

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2021年3月11日(11.03.2021)



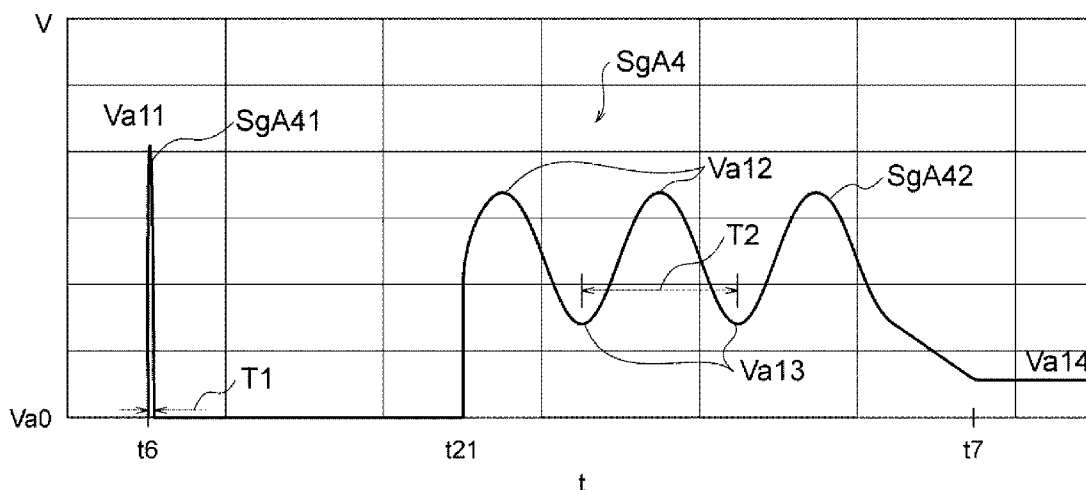
(10) 国際公開番号

**WO 2021/045043 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*B01L 3/02* (2006.01)      *G01N 35/10* (2006.01)  
*G01N 35/08* (2006.01)      *G01N 1/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号:                      PCT/JP2020/033054
- (22) 国際出願日:                      2020年9月1日(01.09.2020)
- (25) 国際出願の言語:                      日本語
- (26) 国際公開の言語:                      日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2019-160014    2019年9月3日(03.09.2019)    JP
- (71) 出願人: 京セラ株式会社 (**KYOCERA CORPORATION**) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 宮里 健太郎 (**MIYAZATO, Kentarou**); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 飯島 康弘 (**IJIMA, YASUHIRO**); 〒1050003 東京都港区西新橋3丁目4番2号 Sビル2階 創進国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) Title: PIPETTE

(54) 発明の名称: ピペット



(57) **Abstract:** This pipette includes a capillary, a pressure chamber, a drive unit, and a control unit. The capillary is open at a first end and a second end, which are the two ends in the longitudinal direction. The pressure chamber is in communication with the interior of the capillary via the second end. The drive unit varies the capacity of the pressure chamber. The control unit controls the drive unit. The control unit outputs a vibrational movement signal that drives the drive unit so as to cause liquid to be moved from a halfway position in the capillary to a completion position which is located closer to the second end side beyond the halfway position. The vibrational movement signal has a waveform that drives the drive unit in such a manner that causes the capacity of the pressure chamber to increase and decrease alternately.



WO 2021/045043 A1

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保  
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,  
MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,  
ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,  
TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,  
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,  
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,  
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,  
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

(57) 要約 : ピペットは、キャピラリーと、圧力室と、駆動部と、制御部とを有している。キャピラ  
リーは、長さ方向の両端である第1端及び第2端が開口している。圧力室は、第2端を介してキャ  
ピラリーの内部に通じている。駆動部は、圧力室の容積を変化させる。制御部は駆動部を制御する。  
制御部は、液体がキャピラリー内の中途位置から当該中途位置よりも第2端側に位置する完了位置  
へ移動するように駆動部を駆動させる振動移動信号を出力する。振動移動信号は、圧力室の容積が  
増加と減少とを交互に繰り返すように駆動部を駆動させる波形を有している。

## 明 細 書

**発明の名称**：ピペット

### 技術分野

[0001] 本開示は、ピペットに関する。

### 背景技術

[0002] ポンプ作用装置を駆動させてキャピラリー内部に負圧を生じさせてキャピラリー内に液体を吸引するピペットが知られている（例えば特許文献1及び2）。特許文献1及び2では、複数種類の液体を吸引した後に、キャピラリー内部の液体をキャピラリーの長さ方向に往復運動させることによって液体を攪拌して混合する動作を開示している。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開平10-62437号公報

特許文献2：特開2000-304754号公報

#### 発明の概要

[0004] 本開示の一態様に係るピペットは、キャピラリーと、圧力室と、駆動部と、制御部と、を有している。前記キャピラリーは、長さ方向の両端である第1端及び第2端が開口している。前記圧力室は、前記第2端を介して前記キャピラリーの内部に通じている。前記駆動部は、前記圧力室の容積を変化させる。前記制御部は、前記駆動部を制御する。前記制御部は、液体が前記キャピラリー内の所定の第1位置から当該第1位置よりも前記第2端側に位置する第2位置へ移動するように前記駆動部を駆動させる第1移動信号を出力する。前記第1移動信号は、前記圧力室の容積が増加と減少とを交互に繰り返すように前記駆動部を駆動させる波形を有している。

#### 図面の簡単な説明

[0005] [図1]本開示のピペットの具体例を模式的に示す断面図である。

[図2]本開示のピペットにおけるキャピラリーの具体例を模式的に示す断面図

である。

[図3]図1のピペットの制御部が出力する信号の波形の一例を模式的に示すグラフである。

[図4]図4(a)、図4(b)、図4(c)及び図4(d)は図3の信号による作用の概略を模式的に示す図である。

[図5]図3の一部を拡大して示す図である。

[図6]図6(a)、図6(b)、図6(c)及び図6(d)は図5の信号による作用を模式的に示す図である。

[図7]図7(a)、図7(b)及び図7(c)は図1のピペットの効果の一例を説明するための図である。

[図8]第1変形例に係る信号の波形を模式的に示すグラフである。

[図9]第2変形例に係る信号の波形を模式的に示すグラフである。

### 発明を実施するための形態

[0006] 以下、本開示の実施形態について、図面を参照して説明する。なお、以下の説明で用いられる図は模式的なものであり、図面上の寸法比率等は現実のものとは必ずしも一致していない。複数の図面同士においても寸法比率等は互いに一致していないことがある。

[0007] 本開示において「撥水性」又は「親水性」の用語は、特性の絶対的な評価と相対的な評価とのいずれにも用いられることがあるものとする。

[0008] 例えば、「撥水性を有する」は、ピペットの吸引対象の液体の接触角が $90^\circ$ 以上であること（絶対的な評価）を指す。また、例えば、「親水性を有する」は、ピペットの吸引対象の液体の接触角が $90^\circ$ 未満であることを指す。なお、ピペットの吸引対象の液体が特定されない場合においては、水の接触角を用いて撥水性又は親水性の有無が判定されてよい。

[0009] 一方、例えば、「撥水性が高い」、「撥水性が低い」又は「撥水性が異なる」は、ピペットの吸引対象の液体（上記のように水とされてもよい）に触れる2つの部材同士で前記液体の接触角を比較したときに、一方の接触角が他方の接触角よりも、大きいこと、小さいこと、又は異なること（相対的な

評価)を指す。従って、例えば、第1部材の撥水性が第2部材の撥水性よりも高いという場合、第1部材及び第2部材の双方、又は第2部材は、撥水性を有している必要は無く、親水性を有していてもよい。

[0010] [ピペットの概要]

図1は、本開示の実施形態に係るピペット1の構成を模式的に示す断面図である。なお、図面には、便宜上、ピペット1に固定的な直角座標系 $x$  $y$ を付している。 $+x$ 側(紙面下方)は、ピペット1によって液体を吸引する際に下方とされる側である。

[0011] ピペット1は、例えば、キャピラリー10と、キャピラリー10内の気圧を変化させるピペット本体20と、ピペット本体20の動作を制御する制御部24と、を有している。図1では、キャピラリー10及びピペット本体20の構造的な部分は模式的な断面図によって示されている。ピペット本体20のうち制御部24はブロック図によって示されている。

[0012] ピペット1では、例えば、キャピラリー10の $+x$ 側の先端(第1端11)が液体に触れた状態で、ピペット本体20によってキャピラリー10の後端(第2端12)からキャピラリー10内が排気されることによって、液体が第1端11からキャピラリー10内に吸引される。別の観点では、液体が第1端11側から第2端12側へ移動する。逆に、ピペット本体20によって第2端12からキャピラリー10内へ給気がなされることによって、液体が第2端側から第1端11側へ移動する。

[0013] [キャピラリー(概要)]

キャピラリー10は、長さ方向( $x$ 方向)の両端である第1端11及び第2端12が開口した筒状の形状を有している。なお、「筒状の形状」とは、例えば、1方向に長く(該1方向の長さが他の方向の長さに比較して長く)、中空であり、且つ両端が開口した形状を意味するものであり、円筒形のみを意味するものではない。

[0014] キャピラリー10の概略形状は、種々の形状とされてよい。例えば、キャピラリー10の横断面(長さ方向に直交する断面。以下、同様。)において

、内縁（キャピラリー１０の内面）及び／又は外縁（キャピラリー１０の外  
面）の形状は、円形、楕円形、卵形又は多角形等とされてよい。また、例え  
ば、横断面（内縁及び／又は外縁）の形状及び／又は大きさは、キャピラ  
リー１０の全長に亘って一定であってもよいし、キャピラリー１０の全長の少  
なくとも一部において長さ方向の位置によって異なってもよい。また、  
例えば、キャピラリー１０の横断面において、内縁と外縁とは、互いに相似  
形であってもよいし、相似形でなくてもよい。また、例えば、キャピラ  
リー１０の内部空間（流路）の中心線は、第１端１１から第２端１２へ直線状に  
延びていてもよいし、少なくとも一部において反っていても、あるいは曲が  
っていてもよい。

[0015] なお、本実施形態の説明では、便宜上、キャピラリー１０の横断面（内縁  
及び外縁）は、長さ方向のいずれの位置においても円形であるものとする。  
この場合、キャピラリー１０の孔の横断面の形状は、キャピラリー１０の長  
さ方向の互いに異なる位置同士において同一又は相似（合同含む）である。  
キャピラリー１０の長さ方向の互いに異なる位置同士において互いに内径が  
異なるという場合には、その互いに異なる位置同士で孔の横断面の形状が相  
似である態様及び相似でない態様のいずれにおいても、横断面の面積が互い  
に異なるという意味に捉えられてよい。

[0016] キャピラリー１０の寸法は、採取する液体の量及び／又はピペット本体２  
０への取り付け方法等の種々の事情に応じて適宜に設定されてよい。例え  
ば、キャピラリー１０の内径は、０．０６ｍｍ以上０．３ｍｍ以下とされてよ  
い。また、例えば、キャピラリー１０の外径は、０．１２ｍｍ以上１．２ｍ  
ｍ以下とされてよい。また、例えば、キャピラリー１０の長さは、２０ｍｍ  
以上１００ｍｍ以下とされてよい。

[0017] キャピラリー１０の材料は、種々のものとされてよい。例えば、当該材料  
としては、ガラス、樹脂、セラミックス及び金属を挙げることができる。樹  
脂としては、例えば、ポリプロピレン、ポリエチレン及びポリテトラフルオ  
ロエチレンを挙げることができる。また、例えば、キャピラリー１０は、長

さ方向の一部と他部とが互いに異なる材料によって構成されていてもよいし、及び／又は径方向の一部と他部とが互いに異なる材料によって構成されていてもよい。逆に、キャピラリー１０は、その概ね全体が同一の材料によって一体的に構成されていてもよい。また、例えば、キャピラリー１０は、一の材料からなる部材の表面の少なくとも一部に他の材料からなる膜が形成されることにより構成されていてもよい。また、例えば、キャピラリー１０の少なくとも一部（すなわち一部又は全部）は、透光性を有する材料（例えば樹脂又はガラス）によって構成されてよい。

[0018] キャピラリー１０の表面の少なくとも一部（すなわち一部又は全部）は、撥水性を有してよい。キャピラリー１０の表面のうち撥水性を有する領域は適宜に設定されてよい。例えば、撥水性を有する領域は、第１端１１の端面（＋ｘ方向に面している面）、キャピラリー１０の内面のうち＋ｘ側の一部及びキャピラリー１０の外面の＋ｘ側の一部を含んでいる。換言すれば、撥水性を有する領域は、液体に接触する領域を含んでいる。液体に接触する領域が撥水性を有していることにより、例えば、その領域への液体の意図されていない付着及び／又は移動が生じる蓋然性が低減され、液体の採取量の精度が向上する。

[0019] キャピラリー１０（一部又は全部）は、例えば、撥水性を有する材料からなることによって表面に撥水性を有していてもよい。また、例えば、キャピラリー１０（一部又は全部）は、撥水性を有さない材料からなる部材の表面に撥水膜が形成されることによって表面に撥水性を有していてもよい。

[0020] 撥水膜としては、種々のものが用いられてよく、例えば、シランカップリング剤により形成される撥水膜、金属アルコキシド含有撥水膜、シリコーン含有撥水膜及びフッ素含有撥水膜を挙げることができる。キャピラリー１０の表面への撥水膜の形成方法としては、種々の方法が用いられてよく、例えば、ドライプロセス法が用いられてもよいし、ウェットプロセス法が用いられてもよい。ドライプロセス法としては、例えば、物理気相成長法及び化学気相成長法が挙げられる。前者としては、例えば、物理蒸着法及びスパッタ

リング法が挙げられる。後者としては、例えば、化学蒸着（CVD：chemical vapor deposition）法及び原子層堆積（ALD：Atomic Layer Deposition）法が挙げられる。ウェットプロセス法としては、例えば、ゾルゲル法、ディップコーティング法、塗布法が挙げられる。

[0021] キャピラリー１０は、例えば、使い捨てとされており、ピペット本体２０に対して着脱可能とされている。着脱方法は、適宜な方法とされてよい。例えば、キャピラリー１０は、ピペット本体２０の孔に圧入されて固定されてもよいし、ピペット本体２０に設けられた不図示の機構による締め付け又は係止によって固定されてもよい。ただし、キャピラリー１０は、繰り返し使われるものとされてもよいし、さらには、ピペット本体２０に着脱不可能に固定（例えば接着）されていてもよい。

[0022] [ピペット本体]

ピペット本体２０は、キャピラリー１０の内部に通じている圧力室２１（空洞）を有している。そして、ピペット本体２０は、この圧力室２１の容積を増加させることによってキャピラリー１０内の減圧（排気）を行い、圧力室２１の容積を減少させることによってキャピラリー１０内の増圧（給気）を行う。これにより、例えば、キャピラリー１０による液体の吸引及び吐出等が実現される。このような動作を実現するピペット本体２０の構成は、適宜なものとされてよい。以下では、その一例を示す。

[0023] ピペット本体２０は、例えば、キャピラリー１０の内部に通じている流路（圧力室２１を含む）を構成している流路部材３５と、圧力室２１の容積を変化させるアクチュエータ４０と、流路部材３５の内部（流路）と外部との気体の出入りを許容及び禁止するバルブ２３とを有している。

[0024] （流路部材）

流路部材３５の概略の外形及び大きさは適宜な形状とされてよい。図示の例では、流路部材３５の概略の外形は、キャピラリー１０に直列な軸状（×方向の長さが他の方向の長さよりも長い形状）とされている。また、その大きさは、例えば、ユーザが掴まむ、又は握ることができる大きさ（例えば最

大外径が50mm以下)とされている。

- [0025] 流路部材35の内部空間は、例えば、上述の圧力室21と、キャピラリー10と圧力室21とを繋ぐ連通流路27と、連通流路27(別の観点では圧力室21)と外部とを繋ぐ開放流路28とを有している。
- [0026] 圧力室21の形状、位置及び大きさ等は適宜に設定されてよい。図示の例では、圧力室21は、流路部材35において側面に位置している。また、例えば、圧力室21の概略形状は、アクチュエータ40と重なる方向(y方向)を厚さ方向とする、概ね一定の厚さの薄型形状である。ここでの薄型形状は、y方向の長さがy方向に直交する各方向の最大長さよりも短い形状である。圧力室21の平面形状(y方向に見た形状)は、円形、楕円形、矩形又は菱形等の適宜な形状とされてよい。圧力室21の厚さ(y方向)は、例えば、50 $\mu$ m以上5mm以下である。圧力室21の径(y方向に直交する各方向における最大長さ)は、例えば、2mm以上50mm以下である。
- [0027] 連通流路27及び開放流路28の形状、位置及び大きさ等も適宜に設定されてよい。例えば、流路部材35は、キャピラリー10からキャピラリー10の長さ方向(x方向)に延びている第1流路22と、第1流路22の中途から第1流路22に交差する方向に延びて圧力室21に至る第2流路26とを有している。そして、第1流路22のうちの、第2流路26との接続位置からキャピラリー10側の部分と、第2流路26とによって連通流路27が構成されている。このような流路構成によって、例えば、吸引した液体(例えばその飛沫)が圧力室21へ侵入し、アクチュエータ40に付着する蓋然性が低減される。ひいては、付着した液体に起因してアクチュエータ40の動作特性が変化する蓋然性が低減される。
- [0028] また、第1流路22は、例えば、キャピラリー10とは反対側にて流路部材35の外部へ通じている。そして、第1流路22のうちの、第2流路26との接続位置からキャピラリー10とは反対側の部分によって、開放流路28が構成されている。従って、液体が圧力室21に侵入しないように液体を逃がすための流路が、圧力室21を外部へ開放するための開放流路28に兼

用されており、空間効率が向上している。

[0029] 第1流路22及び第2流路26の横断面の形状及び寸法は適宜に設定されてよい。例えば、第1流路22及び第2流路26の横断面は、直径が0.1mm以上1mm以下の円形である。また、第1流路22及び第2流路26の内径は、互いに同一であってもよいし、互いに異なっていてもよい。第1流路22及び／又は第2流路26の横断面の形状及び大きさは、長さ方向において一定であってもよいし、変化していてもよい。

[0030] 流路部材35は、適宜な材料からなる適宜な形状の部材が組み合わされて構成されてよい。図示の例では、流路部材35は、互いに接合された第1パーツ30及び第2パーツ60を有している。第1パーツ30は、圧力室21となる貫通孔を有している。第2パーツ60は、第1流路22及び第2流路26を有している。圧力室21は、第1パーツ30、第2パーツ60及びアクチュエータ40によって囲まれた空間によって構成されている。なお、第1パーツ30及び第2パーツ60それぞれも、複数の部材の組み合わせによって構成されてよい。第1パーツ30及び第2パーツ60の材料は、例えば、金属、セラミックス若しくは樹脂又はこれらのいずれかの組み合わせとされてよい。

[0031] (アクチュエータ)

アクチュエータ40は、例えば、圧力室21の内面の1つを構成している。具体的には、例えば、アクチュエータ40は、概略板状とされており、第1パーツ30の貫通孔を第2パーツ60とは反対側から塞ぐように第1パーツ30に接合され、連通流路27が開口する内面とは反対側の内面を構成している。そして、アクチュエータ40は、圧力室21側へ撓むことによって（換言すれば圧力室21の内面を内側へ変位させることによって）、圧力室21の容積を減少させる。逆に、アクチュエータ40は、圧力室21とは反対側に撓むことによって（換言すれば圧力室21の内面を外側へ変位させることによって）、圧力室21の容積を増加させる。

[0032] 上記のような撓み変形を生じさせるアクチュエータ40の具体的構成は、

適宜なものとしてよい。例えば、アクチュエータ40は、ユニモルフ型の圧電素子によって構成されている。より詳細には、例えば、アクチュエータ40は、積層された2枚の圧電セラミック層40a、40bを有している。また、アクチュエータ40は、圧電セラミック層40aを挟んで互いに対向している内部電極42及び表面電極44を有している。圧電セラミック層40aは、厚さ方向に分極されている。

[0033] そして、内部電極42及び表面電極44によって圧電セラミック層40aに分極方向と同一方向に電圧を印加すると、圧電セラミック層40aは平面方向において収縮する。一方、圧電セラミック層40bは、そのような収縮を生じない。その結果、圧電セラミック層40aは、圧電セラミック層40b側へ撓む。すなわち、アクチュエータ40は、圧力室21側へ撓む。上記とは逆向きの電圧を印加した場合は、アクチュエータ40は、圧力室21とは反対側へ撓む。

[0034] アクチュエータ40の形状及び大きさ等は適宜に設定されてよい。例えば、アクチュエータ40は、適宜な平面形状の平板状である。平面形状は、圧力室21の平面形状と相似であってもよいし、相似でなくてもよい。平面視（y方向に見て）における各方向の最大長さは、例えば、3mm以上100mm以下である。アクチュエータ40の厚さ（y方向）は、例えば、20 $\mu$ m以上2mm以下である。アクチュエータ40を構成する各種の部材の材料、寸法、形状及び導通方法等も適宜に設定されてよい。以下に一例を示す。

[0035] 圧電セラミック層40a、40bの厚さは、例えば、10 $\mu$ m以上30 $\mu$ m以下とされてよい。圧電セラミック層40a、40bの材料は、例えば、強誘電性を有するセラミック材料とされてよい。このようなセラミック材料としては、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）系、NaNbO<sub>3</sub>系、KNaNbO<sub>3</sub>系、BaTiO<sub>3</sub>系及び（BiNa）NbO<sub>3</sub>系、BiNaNb<sub>5</sub>O<sub>15</sub>系のものを挙げることができる。圧電セラミック層40bは、圧電体以外の材料で構成されていても構わない。

[0036] 内部電極42は、例えば、圧電セラミック層40aと、圧電セラミック層

40bとの間に位置しており、アクチュエータ40と略同じ大きさを有している。内部電極42の厚さは、例えば1 $\mu$ m以上3 $\mu$ m以下とされてよい。内部電極42は、例えば、圧電セラミック層40aを貫通する貫通電極48と、アクチュエータ40の表面に位置し、貫通電極48に接続されている接続電極46とによって外部から導通可能となっている。

[0037] 表面電極44は、例えば、圧電セラミック層40aの圧電セラミック層40bとは反対側（圧力室21に対して外側）に位置しており、表面電極本体44aと引出電極44bとを有している。表面電極本体44aは、例えば、圧力室21と略等しい平面形状を有しており、圧力室21と厚さ方向に重なるように設けられている。引出電極44bは、表面電極本体44aから引き出されるように形成されている。表面電極44の厚さは、例えば0.1 $\mu$ m以上1 $\mu$ m以下とされてよい。

[0038] 内部電極42、表面電極44、接続電極46及び貫通電極48の材料は、例えば、金属材料とされてよい。より具体的には、例えば、内部電極42及び貫通電極48の材料は、銀パラジウム（Ag-Pd）とされてよい。表面電極44及び接続電極46の材料は、例えば、金（Au）とされてよい。

[0039] なお、アクチュエータ40又はアクチュエータ40の一部（例えば表面電極本体44aに重なる部分）を駆動部50ということがある。アクチュエータ40は、ユニモルフ型の圧電素子に限定されない。例えば、アクチュエータ40は、バイモルフ型の圧電素子であってもよいし、静電アクチュエータであってもよい。

[0040] （バルブ）

バルブ23は、例えば、開放流路28が外部へ通じる位置に設けられている。バルブ23の開閉により、流路部材35の内部と外部との通気が許容又は禁止される。通気が禁止されている状態では、圧力室21の容積の変化によってキャピラリー10内の減圧及び増圧が行われる。一方、通気が許容されている状態では、圧力室21の容積を変化させても、キャピラリー10内の減圧及び増圧は行われない。この減圧又は増圧が行われない作用の利用例

については後述する。

[0041] バルブ23は、例えば、外部から入力される信号に応じて開閉動作を行う。バルブ23としては、電磁式バルブ又は圧電式バルブなど、種々のバルブを用いることができる。バルブ23は、信号が入力されないことによって閉状態となり、信号が入力されることによって開状態となるものであってもよいし、信号が入力されないことによって開状態となり、信号が入力されることによって閉状態となるものであってもよいし、閉じるための信号と開くための信号とがそれぞれ入力されるものであってもよい。

[0042] [制御部]

制御部24は、アクチュエータ40と電氣的に接続されており、電気信号をアクチュエータ40に与えてアクチュエータ40を変形させることにより、圧力室21の容積を変化させる。これにより、キャピラリー10への液体の吸引や、キャピラリー10からの液体の吐出などを行うことができる。圧力室21の容積が周期的に増減するようにアクチュエータ40を駆動させることにより、キャピラリー10内に吸引した液体を振動させることもできる。

[0043] また、制御部24は、バルブ23と電氣的に接続されており、バルブ23に電気信号を与えることによりバルブ23を開閉する。第1流路22内に液体が流入してしまった場合に、バルブ23を開くことにより、液体をバルブ23から外部へ排出することができる。また、アクチュエータ40を変形させて液体を吸入した後に、バルブ23を開いて、その状態でアクチュエータ40の変形を元に戻し、バルブ23を閉じた後に再びアクチュエータ40を変形させることにより、多くの量の液体を吸入することができる。

[0044] 制御部24は、例えば、特に図示しないが、CPU (Central Processing Unit)、ROM (read-only memory)、RAM (random-access memory) 及び外部記憶装置 (別の観点ではこれらの少なくとも一部を含む集積回路素子) 等を含んで構成されている。CPUがROM及び/又は外部記憶装置に記憶されているプログラムを実行することによって種々の動作を行う機能部が

構築される。制御部 24 は、例えば、1 つ以上の IC (Integrated Circuit) によって構成されてよい。制御部 24 は、ピペット本体 20 に固定的に設けられていてもよいし、ピペット本体 20 に対して相対移動可能に設けられていてもよいし、一部 (例えばドライバ) がピペット本体 20 に固定的に設けられ、他の部分 (例えばドライバに指令を出力する部分) がピペット本体 20 に対して相対移動可能に設けられていてもよい。

[0045] [キャピラリー (詳細)]

図 2 は、キャピラリー 10 を拡大して示す断面図である。

[0046] キャピラリー 10 は、第 1 端 11 側に位置する第 1 管部 17 と、第 2 端 12 側に位置する第 2 管部 18 と、を有している。第 1 管部 17 は、長さ方向に貫通する第 1 孔 10 a を有しており、第 2 管部 18 は、長さ方向に貫通する第 2 孔 10 b を有している。第 2 孔 10 b は、第 1 孔 10 a の第 2 端 12 側に繋がっている。なお、第 1 管部 17 は、キャピラリー 10 における第 1 孔 10 a を有する部分であり、第 2 管部 18 は、キャピラリー 10 における第 2 孔 10 b を有する部分である。第 1 管部 17 及び第 2 管部 18 は、一体形成された 1 つの部材における 2 つの部位であってもよいし (すなわち別部材でなくてよい)、互いに固定される 2 つの部材であってもよい。

[0047] (撥水性)

第 1 孔 10 a の内面の撥水性と、第 2 孔 10 b の内面の撥水性とは、例えば、互いに異なっている。すなわち、キャピラリー 10 は、内面の撥水性が互いに異なる第 1 孔 10 a 及び第 2 孔 10 b を有している。これにより、例えば、液体が両者の境界 14 を流れるときに、撥水性の相違に起因して液体の流れに乱れが生じやすい。ひいては、液体を攪拌しやすい。ただし、両者の撥水性は互いに同等であっても構わない。第 1 孔 10 a 及び第 2 孔 10 b の撥水性は、いずれかが他方に対して高くてもよい。本実施形態では、第 1 孔 10 a の撥水性が第 2 孔 10 b の撥水性よりも高い場合を例にとる。すなわち、本実施形態では、第 1 孔 10 a における水の接触角は、第 2 孔 10 b における水の接触角よりも大きい。

- [0048] 第1孔10aの撥水性が第2孔10bの撥水性よりも高い場合において、第1孔10a及び第2孔10bの双方が撥水性を有していてもよいし（水の接触角が $90^\circ$ 以上であってもよいし）、第1孔10aが撥水性を有するとともに第2孔10bが親水性を有していてもよいし、第1孔10a及び第2孔10bの双方が親水性を有していてもよい。本実施形態では、前記3つの態様のうち、前2つのいずれか（少なくとも第1孔10aが撥水性を有している態様）を例にとる。
- [0049] 第1孔10a及び第2孔10bのそれぞれにおいて、撥水性は、キャピラリー10の長さ方向及び／又は軸回りの方向において、一様であってもよいし、変化してもよい。本実施形態では、一様の場合を例にとる。ただし、一様とは言っても、加工誤差に起因する撥水性のばらつきがあってもよいことはもちろんである。また、撥水性が変化する場合は、その変化は、連続的なものであってもよいし、非連続的（段階的）なものであってもよい。第1孔10a及び第2孔10bの間における撥水性の変化は、例えば、非連続である。
- [0050] 第1孔10a及び第2孔10bにおける水の接触角の具体的な大きさは、適宜に設定されてよい。例えば、第1孔10aが撥水性を有している場合（水の接触角が $90^\circ$ 以上の場合）において、接触角は、 $90^\circ$ 以上 $95^\circ$ 以下（すなわち $90^\circ$ に近い値）であってもよいし、 $95^\circ$ 以上 $150^\circ$ 以下であってもよいし、 $150^\circ$ 超であってもよい。なお、 $150^\circ$ 超は、いわゆる超撥水性を有しているといえる大きさである。また、第2孔10bが撥水性を有している場合において、第2孔10bにおける水の接触角は、第1孔10aにおける水の接触角よりも小さい限り、 $90^\circ$ 以上 $95^\circ$ 以下、 $95^\circ$ 以上 $150^\circ$ 以下又は $150^\circ$ 超であってもよい。また、第2孔10bが親水性を有している場合（水の接触角が $90^\circ$ 未満の場合）において、第2孔10bにおける水の接触角は、 $85^\circ$ 以上（すなわち $90^\circ$ に近い値）であってもよいし、 $10^\circ$ 以上 $85^\circ$ 以下であってもよいし、 $10^\circ$ 未満であってもよい。なお、 $10^\circ$ 未満は、いわゆる超親水性を有しているといえる

大きさである。

[0051] また、第1孔10aにおける水の接触角と第2孔10bにおける水の接触角との差も適宜に設定されてよい。例えば、両者の差は、 $5^{\circ}$ 以上、 $10^{\circ}$ 以上、 $30^{\circ}$ 以上、 $90^{\circ}$ 以上又は $140^{\circ}$ 以上とされてよい。また、この下限と矛盾しない限り、両者の差は、 $180^{\circ}$ 未満、 $140^{\circ}$ 以下、 $90^{\circ}$ 以下、 $30^{\circ}$ 以下又は $10^{\circ}$ 以下とされてよい（前記の下限のいずれと組み合わせられてもよい。）。例えば、両者の差は、 $30^{\circ}$ 以上 $140^{\circ}$ 以下、又は $30^{\circ}$ 以上 $90^{\circ}$ 以下とされてよい。両者の差の範囲の下限が大きいほど、例えば、流れに乱れを生じさせる作用は強くなる。一方、両者の差の範囲の上限が大きいほど、例えば、材料の選択が困難になる。上記の範囲であれば、例えば、流れに乱れを生じさせる作用を得つつ、材料の選択が容易化される。

[0052] （孔の形状等）

第1孔10a及び第2孔10bの形状、寸法及びこれらの孔を構成する材料等は適宜に設定されてよい。以下では、その一例を示す。

[0053] 第1孔10aは、例えば、第1端11から境界14まで延びている。第2孔10bは、例えば、境界14から第2端12まで延びている。境界14の位置は、第1端11から第2端12までの間の適宜な位置とされてよい。例えば、境界14は、キャピラリー10の長さ方向の中央に対して第1端11側に位置している。例えば、第1孔10aの長さは、キャピラリー10の全長の5%~30%程度の長さである。

[0054] 第1孔10aの横断面の形状及び／又は大きさと、第2孔10bの横断面の形状及び／又は大きさは、互いに同一であってもよいし、互いに異なってもよい。両者の大きさが異なっている場合において、いずれが大きくてもよい。また、第1孔10a及び第2孔10bのそれぞれにおいて、横断面の形状及び／又は大きさは、キャピラリー10の長さ方向において一定であってもよいし、一定でなくてもよい。

[0055] 図示の例では、第1孔10aの横断面（内径）は、第2孔10b側ほど大

きくなっている。すなわち、キャピラリー10の内面は、その少なくとも一部に、第1端11側ほど径が小さくなるテーパ面（第1孔10aの内面）を有している。一方、第2孔10bの横断面（内径）は、キャピラリー10の長さ方向において一定となっている。そして、境界14において、第1孔10aの内径は、第2孔10bの内径よりも大きくなっている。すなわち、境界14には、段差10cが構成されている。

[0056] 第1孔10aの内径と第2孔10bの内径との差の具体的な大きさ等は、適宜に設定されてよい。例えば、境界14において、第1孔10aの内径は、第2孔10bの内径に対して、1.1倍以上、1.5倍以上又は2倍以上であり、かつ5倍以下、3倍以下又は2倍以下（前者の下限値の例と後者の上限値の例とは、矛盾しない限り、いずれが組み合わせられてもよい。）である。また、例えば、第1孔10aの内径と、第2孔10bの内径との差は、後述する第2部材16の厚さ（内面から外面までの径方向の長さ）の $2/5$ 以上、 $2/3$ 以上又は1倍以上であり、かつ2倍未満、 $9/5$ 以下又は $2/5$ 以下である（前者の下限値の例と後者の上限値の例とは、矛盾しない限り、いずれが組み合わせられてもよい。）。また、例えば、第1孔10aの内面の第1孔10aの中心線に対する傾斜角は、 $1^\circ$ 以上、 $2^\circ$ 以上又は $3^\circ$ 以上、かつ $15^\circ$ 以下、 $10^\circ$ 以下又は $7^\circ$ 以下である（前者の下限値の例と後者の上限値の例とは、いずれが組み合わせられてもよい。）。

[0057] なお、第1孔10aの第1端11における内径は、第2孔10bの内径よりも小さくてもよいし、同じでもよいし（ただし、加工誤差による差がある場合を含む）、大きくてもよい。例えば、第1孔10aの第1端11における内径は、第2孔10bの内径の $1/2$ 以上、 $2/3$ 以上又は $4/5$ 以上であり、かつ2倍以下、1.5倍以下又は1.2倍以下である（前者の下限値の例と後者の上限値の例とは、いずれが組み合わせられてもよい。）。

[0058] （第1部材及び第2部材）

キャピラリー10は、第1孔10aを構成する第1部材15と、第2孔10bを構成する第2部材16とを有している。このように、キャピラリー1

0を複数の部材から構成することによって、例えば、第1孔10aの撥水性と、第2孔10bの撥水性とを異ならせることが容易化される。

[0059] 第1部材15及び第2部材16は、キャピラリー10の材料として既に挙げた種々の材料によって構成されてよい。例えば、第1部材15は、その全体が樹脂によって一体的に構成されている。また、例えば、第2部材16は、その全体がガラスによって一体的に構成されている。そして、第1部材15を構成する樹脂の撥水性は、第2部材16を構成するガラスの撥水性よりも高い。

[0060] また、第2部材16の材料は、透光性を有する材料とされ、第1部材15の材料は、透光性を有する、又は有さない材料とされてよい。換言すれば、第2部材16の透光性は、第1部材15の透光性よりも高くされてよい。この場合、例えば、第1部材15の材料として、撥水性の高い材料を選択できる。その一方で、第2部材16の材料として、液体の分析のために液体に光を照射することに適した材料を選択できる。

[0061] 第1部材15と第2部材16との固定は、適宜な方法によってなされてよい。固定方法としては、例えば、一方の部材の他方の部材への嵌合（圧入）、爪などによる係止、接着剤による接着、及び少なくとも一方の部材を溶融させ固化させることによる溶着を挙げることができる。これらの方法の2つ以上が組み合わされてもよい。また、一方の部材を先に形成し、当該一方の部材を配置した金型内に他方の部材となる材料を充填して両者を構成してもよい。また、第1部材15と第2部材16の間には、これらよりも剛性が低い材料からなるパッキンが配置されてもよい。

[0062] 図示の例では、第2部材16が第1部材15に圧入されて両者が固定されている。具体的には、第1部材15は、第1孔10aから第1端11とは反対側に延びている第3孔15aを有している。第3孔15aは、第1孔10aよりも内径が大きい。一方、第2部材16は、その外径が第3孔15aの内径に対して同等とされ、又は若干大きくされている。そして、第2部材16は、第3孔15aに第1孔10aとは反対側から挿入される。第2部材1

6の先端は、第1孔10aと第3孔15aとの境界にある段差（符号省略）に突き当てられる。第2部材16の第1部材15からの抜けは、両者が直接に当接していることによって生じる摩擦力によって阻止される。

[0063] なお、このように第2部材16が第1部材15に挿入される場合においても、両者は接合されても構わない。例えば、第3孔15aの内面と第2部材16の外表面との間に接着剤が配置されてもよい。この場合において、第2部材16の外径は、第3孔15aの内径に対して、若干小さくされてもよいし、同等とされてもよいし、若干大きくされてもよい。

[0064] 第1部材15及び第2部材16の外形（外面の形状）は、適宜なものとしてよい。図示の例では、第1部材15は、その外觀において、第1端11を有している第1部位15eと、第1部位15eに対して第2端12側に位置している第2部位15fとを有している。

[0065] 第1部位15eは、例えば、第1孔10aの第1端11側の一部（図示の例では大部分）を有している。また、第1部位15eは、例えば、厚さ（内面から外面までの長さ）がキャピラリー10の長さ方向の全長に亘って概ね一定とされている。そして、第1孔10aがテーパ状であることに対応して、第1部位15eの外形もテーパ状とされている。第1部位15eの厚さは、比較的薄くされており、例えば、第2部材16の厚さよりも薄くされている。

[0066] 第2部位15fは、例えば、第1孔10aの第1端11とは反対側の一部と、第3孔15aとを有している。第2部位15fは、例えば、第1部位15eよりも外径が大きくなっている。また、第2部位15fの厚さは、比較的厚くされており、例えば、第1部位15eの厚さ及び第2部材16の厚さよりも厚くされている。第2部位15fの外面の形状は、例えば、キャピラリー10の長さ方向において一定とされている。

[0067] 第2部材16は、例えば、厚さ（内面から外面までの長さ）がキャピラリー10の長さ方向の全長に亘って概ね一定とされている。そして、第2孔10bが一定の径で延びていることに対応して、第2部材16の外形も一定の

径で延びる形状とされている。

[0068] [ピペットの一連の動作]

ピペット1の動作の一例について説明する。以下で説明される動作は、例えば、ピペット1の周囲の雰囲気圧力が一定の環境で行われる。周囲の雰囲気圧力は、例えば、大気圧である。ただし、周囲の雰囲気圧力は、大気圧よりも低く、又は高くされても構わない。

[0069] 図3は、制御部24が出力する駆動信号の波形の一例を模式的に示すグラフである。駆動信号の波形は、換言すれば、駆動信号の信号レベル（例えば電圧）の経時変化である。同図において、横軸tは時間を示している。縦軸Vは信号レベルとしての電圧を示している。図中の線は、制御部24がアクチュエータ40へ出力する第1駆動信号SgAの波形、及び制御部24がバルブ23へ出力する第2駆動信号SgBの波形を示している。図4(a)～図4(d)は、図3の横軸に示されるいずれかの時点におけるキャピラリー10の状態を示す模式図である。

[0070] 制御部24がアクチュエータ40へ出力する第1駆動信号SgAの信号レベルは、電圧（又は電圧と相関した物理量）である。一方、アクチュエータ40は、印加された電圧に対応した変形量で撓む。ここでいう対応は、例えば、1対1対応であり、換言すれば、電圧に対して一意に変形量が規定される関係である（変形が飽和している状態は除く。）。従って、第1駆動信号SgAが入力されたアクチュエータ40は、圧力室21の容積が第1駆動信号SgAの電圧に対応した容積になるように第1駆動信号SgAの波形（電圧の時間経過に対する変化）に追従して圧力室21の容積を変化させる。

[0071] なお、第1駆動信号SgAの電圧の変化量と圧力室21の容積の変化量との関係は比例関係とは限らない。ただし、便宜上、比例又は比例に近い関係を想定して説明する。従って、図3は、第1駆動信号SgAの電圧の経時変化だけでなく、圧力室21の容積の経時変化を示していると捉えてもよい。

[0072] 内部電極42及び表面電極44は、一方に基準電位が付与され、他方に第1駆動信号SgAが入力される。そして、図3の電圧は、基準電位と第1駆

動信号 S g A との電位差を示している。換言すれば、第 1 駆動信号 S g A は、不平衡信号である。ただし、第 1 駆動信号 S g A は、内部電極 4 2 及び表面電極 4 4 の双方において電位を変化させ、その電位差が図 3 に示される電圧となっている平衡信号とされても構わない。なお、本実施形態では、第 1 駆動信号 S g A が不平衡信号である場合を例に取るから、以下では、図 3 の電圧を第 1 駆動信号 S g A の電位として説明することがある。

[0073] 第 1 駆動信号 S g A の電圧の上昇（電位の正側への変化）は、圧力室 2 1 の容積の増加に対応していてもよいし、圧力室 2 1 の容積の減少に対応していてもよい。換言すれば、内部電極 4 2 及び表面電極 4 4 のうち第 1 駆動信号 S g A が付与される電極から基準電位が付与される電極への方向と、圧電セラミック層 4 0 a の分極方向とは、逆向きであってもよいし、同一の向きであってもよい。以下では、便宜上、第 1 駆動信号 S g A の電圧の上昇は、圧力室 2 1 の容積の増加（すなわち液体の吸引）に対応しているものとする。

[0074] 制御部 2 4 がバルブ 2 3 へ出力する第 2 駆動信号 S g B の信号レベル（例えば電圧）は、例えば、バルブ 2 3 の開状態と閉状態とに対応した 2 種の電圧 V b 0 及び V b 1 のいずれかとされる。2 種の電圧のいずれが開状態又は閉状態に対応してもよいが、以下の説明では、電圧 V b 0 のときに閉状態となり、電圧 V b 1 のときに開状態となる場合を例に取る。第 2 駆動信号 S g B は、第 1 駆動信号 S g A と同様に、平衡信号であってもよいし、不平衡信号であってもよく、以下では、便宜的に、図 3 の電圧を第 2 駆動信号 S g B の電位として説明することがある。電位 V b 0 及び V b 1 の一方は、基準電位とされてよい。第 2 駆動信号 S g B の電圧は、図示の例とは異なり、バルブ 2 3 の開度を適宜に調整するように、電圧 V b 0 及び V b 1 の間の電圧とされることがあってもよい。

[0075] 第 1 駆動信号 S g A の電位と第 2 駆動信号 S g B の電位との大きさの相対関係は、適宜に設定されてよい。以下では、便宜上、第 1 駆動信号 S g A の時点 t 0 のときの電位 V a 0 と、第 2 駆動信号 S g B の既述の電位 V b 0 と

を同じ値として示す。実際には、両者は異なっていて構わない。第1駆動信号S<sub>gA</sub>の他の電位と、既述の電位V<sub>b1</sub>との差についても、現実の両者の相違が図示されているわけではない。

[0076] 第1駆動信号S<sub>gA</sub>の電位が所定の電位（例えば電位V<sub>a0</sub>）になっているとき、当該所定の電位は基準電位であってよい。このとき、制御部24は、第1駆動信号S<sub>gA</sub>を出力しない動作をしていてもよい。ただし、以下の説明では、便宜上、第1駆動信号S<sub>gA</sub>が出力されていない状態についても、第1駆動信号S<sub>gA</sub>が前記の所定の電位で出力されていると表現することがある。第2駆動信号S<sub>gB</sub>についても同様であるものとする。

[0077] 下記では、ピペット1自体の動作だけでなく、ピペット1のユーザ又はピペット1を利用する（若しくは含む）装置が行う動作についても説明する。ここでは、ユーザがピペット1を操作する態様を例に取って説明する。ユーザのピペット1に対する操作は、適宜に装置のピペット1に対する操作に読み替えられてよい。例えば、ユーザによるピペット1の移動は、装置によるピペット1の移動とされてよいし、ユーザによるピペット1の不図示のスイッチに対する操作は、装置によるピペット1に対する指令信号の出力とされてよい。装置は、例えば、シーケンス制御によってユーザと同様の操作をピペットに対して行ってよい。

[0078] （時点t<sub>0</sub>～t<sub>1</sub>：接液等）

時点t<sub>1</sub>以前において、制御部24は、ユーザの不図示のスイッチに対する操作に応じて初期信号S<sub>gA0</sub>をアクチュエータ40に出力する（時点t<sub>0</sub>～t<sub>1</sub>）。初期信号S<sub>gA0</sub>は、一定の電位（ここでは電位V<sub>a0</sub>）の信号である。これにより、圧力室21の容積は所定の初期容積に維持される。電位V<sub>a0</sub>は、基準電位であってもよいし、基準電位とは異なってもよい。

[0079] 以下の説明において、バルブ23は、特に言及がない限り、少なくとも時点t<sub>1</sub>以降においては閉じられている。また、時点t<sub>0</sub>～t<sub>1</sub>において、バルブ23は、閉じられていてもよいし、開かれていてもよい。例えば、初期

信号S g A 0がアクチュエータ40に駆動力を生じさせないものである場合においては、バルブ23は、閉じられていてもよいし、開かれていてもよい。また、例えば、初期信号S g A 0がアクチュエータ40を駆動して時点t 0以前の圧力室21の容積よりも圧力室21の容積を小さくするものである場合においては、バルブ23は開かれていてもよい。

[0080] ユーザは、時点t 1以前において、キャピラリー10の第1端11を第1液体L 1に接触させる（接液ステップを行う。）。そして、ユーザは、ピペット1が有している不図示のスイッチに対する操作によって、ピペット1に第1液体L 1の吸引を指示する。この指示の時点は、図3の時点t 1に対応する。

[0081]（時点t 1～t 2：第1液体の吸引等）

制御部24は、第1液体L 1の吸引が指示されると、圧力室21の容積が増加するように駆動部50を駆動させる第1吸引信号S g A 1を出力する。第1吸引信号S g A 1は、例えば、初期信号S g A 0の電位V a 0から所定の電位V a 1まで上昇し、次に所定の電位V a 2まで下降し、当該電位V a 2を維持する信号である。圧力室21の容積が増加することにより、図4（a）に示すように、第1液体L 1は、キャピラリー10内に吸引され、キャピラリー10の第1端11付近に保持される。

[0082] 基本的には、圧力室21の容積が増加すると液体がキャピラリー10に吸引され、圧力室21の容積の増加が停止すると液体の吸引も停止される。従って、図示の例とは異なり、第1吸引信号S g A 1は、そのような圧力室21の容積の変化を実現する信号とされても構わない。すなわち、第1吸引信号S g A 1は、電位V a 0から所定の電位まで上昇し、当該所定の電位を維持する信号とされても構わない。この場合、電位V a 0と所定の電位との電位差は、第1液体L 1の吸引量に応じて設定される。

[0083] 図示の例のように、第1吸引信号S g A 1が電位V a 1に上昇した後に電位V a 2へ下降する信号である場合においては、例えば、液体の計量の精度を向上させることができる。具体的には、以下のとおりである。

[0084] 単に圧力室 21 の容積を一定の大きさまで増加させるだけであると、容積の増加を停止しても、液体の吸引が継続される現象が生じることがある。このような現象は、例えば、液体に作用する慣性力に起因する。そして、このような現象を無視することが難しい場合がある。例えば、微量の液体を吸引するときは、上記のような現象によって生じる吸引量のばらつきが相対的に大きくなりやすく、ひいては、意図した精度で液体を吸引することが難しくなる。

[0085] そこで、電位  $V_{a1}$  から電位  $V_{a2}$  への下降に伴う圧力室 21 の容積の減少（キャピラリー 10 内の増圧）によって、慣性力に抗するブレーキ力を液体に作用させ、上記のような現象が生じる蓋然性を低減することができる。このような波形の第 1 吸引信号  $S_{gA1}$  においては、例えば、電位  $V_{a0}$  と  $V_{a1}$  との電位差、電位  $V_{a1}$  と  $V_{a2}$  との電位差、並びに電位  $V_{a0}$  から電位  $V_{a1}$  を経由して電位  $V_{a2}$  に至るまでの時間（パルス幅）等を調整し、任意の吸引量を実現することができる。なお、図示の例では、パルス幅が相対的に短く、電位  $V_{a0}$  から電位  $V_{a1}$  を経由して電位  $V_{a2}$  へ至る波形はインパルス状に描かれている。

[0086] ユーザは、第 1 液体  $L_1$  の一部がキャピラリー 10 内に吸引されると、キャピラリー 10 を第 1 液体  $L_1$  の残りから引き上げる（離液ステップを行う）。次に、ユーザは、キャピラリー 10 の第 1 端 11 を第 2 液体  $L_2$  に接触させる（接液ステップを行う）。そして、ユーザは、ピペット 1 が有している不図示のスイッチに対する操作によって、ピペット 1 に第 2 液体  $L_2$  の吸引を指示する。この指示の時点は、図 3 の時点  $t_2$  に対応する。

[0087] （時点  $t_2 \sim t_3$  : 第 2 液体の吸引等）

制御部 24 は、第 2 液体  $L_2$  の吸引が指示されると、圧力室 21 の容積が増加するように駆動部 50 を駆動させる第 2 吸引信号  $S_{gA2}$  を出力する。第 2 吸引信号  $S_{gA2}$  は、例えば、第 1 吸引信号  $S_{gA1}$  の終了時の電位  $V_{a2}$  から所定の電位  $V_{a3}$  まで上昇し、次に所定の電位  $V_{a4}$  まで下降し、当該電位  $V_{a4}$  を維持する信号である。圧力室 21 の容積が増加することに

より、図4（b）に示すように、第2液体L2は、キャピラリー10内に吸引され、キャピラリー10の第1端11付近に保持される。

[0088] 第2吸引信号SgA2が、電位が上昇してから下降する波形を有していることによる作用は、第1吸引信号SgA1と同様である。第2液体L2の吸引量は、例えば、電位Va2とVa3との電位差、電位Va3とVa4との電位差、並びに電位Va2から電位Va3を経由して電位Va4に至るまでの時間（パルス幅）等を調整することによって規定される。図示の例では、パルス幅が相対的に短く、電位Va2から電位Va3を経由して電位Va4へ至る波形はインパルス状に描かれている。なお、第2吸引信号SgA2は、図示の例とは異なり、電位Va2から所定の電位まで上昇し、当該所定の電位を維持する信号とされても構わない。

[0089] ユーザは、第2液体L2の一部がキャピラリー10内に吸引されると、キャピラリー10を第2液体L2の残りから引き上げる（離液ステップを行う）。そして、ユーザは、ピペット1が有している不図示のスイッチに対する操作によって、続く処理をピペット1に指示する。この指示の時点は、図3の時点t3に対応する。制御部24は、例えば、時点t3から時点t12までの間、予め設定された順序及びタイミングで種々の信号を出力する。ただし、制御部24は、種々の信号の少なくとも1つについて、ピペット1に対する操作が行われたときに出力を開始しても構わない。

[0090] （時点t3～t5：圧力室の復元等）

制御部24は、時点t3から時点t5の間において、液体を第1端11付近に保持したまま、圧力室21の容積を適宜な容積（図示の例では時点t0のときの初期容積）まで減少させる。これにより、例えば、液体（L1及びL2）を第2端12側へ移動させる（液体を引き上げる）ために圧力室21の容積を増加させるときに、その増加可能な量を大きくすることができる。具体的には、以下のとおりである。

[0091] 制御部24は、時点t3において、バルブ23を開く制御を開始する。すなわち、制御部24は、第2駆動信号SgBの一部である電位Vb1の信号

のバルブ23への出力を開始する。これにより、キャピラリー10内のうちの液体(L1及びL2)よりも第2端12側の部分の圧力は、開放流路28を介して、ピペット1の周囲の雰囲気圧と同等とされる。

[0092] 次に、制御部24は、バルブ23を開く制御を開始後、所定時間が経過したと判定すると(時点t4)、圧力室21の容積が減少するように駆動部50を駆動させる復元信号SgA3を出力する。復元信号SgA3は、例えば、第2吸引信号SgA2の電位Va4から所定の電位(一例として時点t0のときの電位Va0)まで降下し、当該所定の電位Va0を維持する信号である。

[0093] 復元信号SgA3によって、圧力室21の容積は減少する。ただし、上記のように、バルブ23が開かれていることから、キャピラリー10内のうちの液体(L1及びL2)よりも第2端12側の部分の増圧は行われず。その結果、液体の位置は変化しない。

[0094] 時点t3から時点t4までの時間長さは、適宜に設定されてよく、例えば、バルブ23を開くのに十分な時間とされてよい。復元信号SgA3が電位Va4から降下したときの電位は、図示の例とは異なり、初期電位Va0(及び/又は基準電位)に対して、高く、又は低くされても構わない。

[0095] その後、制御部24は、時点t4から所定時間が経過したと判定すると(時点t5)、バルブ23を閉じる制御を開始する。すなわち、制御部24は、第2駆動信号SgBの一部である電位Vb0の信号のバルブ23への出力を開始する。時点t4から時点t5までの時間長さは、適宜に設定されてよく、例えば、アクチュエータ40が復元信号SgA3の降下後の電位(ここではVa0)に対応する変位となるのに十分な時間とされてよい。

[0096] (時点t6~t7:液体の引上げ等)

制御部24は、時点t5から所定時間が経過したと判定すると(時点t6)、液体(L1及びL2)を第2端12側へ移動させる(液体を引き上げる)ための移動信号SgA4をアクチュエータ40へ出力する。これにより、図4(b)及び図4(c)に示すように、第1液体L1及び第2液体L2を

含む液体L 3は、第1端1 1付近の初期位置P 0から初期位置P 0よりも第2端1 2側の完了位置P 2へ移動し、完了位置P 2で停止する。

[0097] 初期位置P 0及び完了位置P 2は、例えば、液体L 3の一定の部位が到達すべき位置として規定されてよい。一定の部位は、例えば、液体L 3の下面、上面及び中心等のいずれの部位とされてもよい。後述する他の位置（中途位置P 1等）についても同様とする。

[0098] 完了位置P 2は、初期位置P 0よりも第2端1 2側の任意の位置とされてよい。別の観点では、完了位置P 2は、液体L 3の全部が第1端1 1から離れる任意の位置とされてよい。図示の例では、完了位置P 2は、液体L 3の全部が第2孔1 0 b内に位置する位置とされている。換言すれば、完了位置P 2は、液体L 3の全部が第1孔1 0 aと第2孔1 0 bとの境界1 4（別の観点では段差1 0 c）を第2端1 2側へ超えた位置とされている。より詳細には、完了位置P 2は、第2部材1 6のうち外部へ露出している部分（図示の例では第1部材1 5に覆われていない部分）に液体L 3の全部が位置する位置とされている。

[0099] 時点t 5から時点t 6までの時間長さは、適宜に設定されてよく、例えば、バルブ2 3が閉じるのに十分な時間とされてよい。移動信号S g A 4の波形については後述する。

[0100] （時点t 8～t 9：混合等）

制御部2 4は、液体L 3の引上げ完了後、所定時間が経過したと判定すると（時点t 8）、圧力室2 1の容積が増減を繰り返すように駆動部5 0を駆動させる混合信号S g A 5を出力する。これにより、液体L 3は、第2孔1 0 b内において、第2端1 2側への移動と、第1端1 1側への移動とを交互に繰り返す。例えば、液体L 3は、図4（c）に示す位置と、図4（d）に示す位置との間を往復する。ひいては、液体L 3が攪拌され、第1液体L 1及び第2液体L 2の混合が進む。

[0101] 上記のような動作を実現するために、混合信号S g A 5は、電位が上昇と下降とを繰り返す波形を有している。繰り返しの回数は適宜に設定されてよ

い。なお、繰り返しであるから、例えば、電位の上昇は2回以上とされ、かつ電位の下降は2回以上とされてよい。波形は、図示の例のように曲線からなるもの（例えばsin波）であってもよいし、図示の例とは異なり、矩形波、三角波又は鋸波であってもよい。

[0102] 波形の振幅は、一定であってもよいし、変化してもよい。別の観点では、電位の複数の極大値 $V_{a5}$ は互いに同一であってもよいし、互いに異なってもよい。また、電位の複数の極小値 $V_{a6}$ は互いに同一であってもよいし、互いに異なってもよい。図示の例では、複数の極大値 $V_{a5}$ は互いに同一であり、かつ複数の極小値 $V_{a6}$ は互いに同一である。

[0103] 混合信号 $S_{gA5}$ における最初の電位の変動は、電位の上昇であってもよいし、電位の下降であってもよい。同様に、混合信号 $S_{gA5}$ における最後の電位の変動は、電位の上昇であってもよいし、電位の下降であってもよい。最初の電位の変動と最後の電位の変動とが互いに逆のもの（上昇及び下降）である場合においては、混合の前後で液体の位置が保持されやすい。図示の例では、混合信号 $S_{gA5}$ は、概略（時点 $t_9$ 付近の電位の若干の上昇を無視すると）、最初に電位が上昇して、最後に電位が下降する波形となっている。

[0104] 図示の例では、混合信号 $S_{gA5}$ の極小値は、混合信号 $S_{gA5}$ の出力開始時（時点 $t_8$ ）のときの電位よりも若干高くされている。別の観点では、最初の電位の上昇量は、2回目以降の電位の上昇量よりも高くされている。その理由は、例えば、以下のとおりである。最初の電位の上昇開始前においては、液体 $L_3$ よりも第1端11側の気体はピペット1の外部の圧力と同等とされている。一方、2回目以降の電位の上昇開始前においては、直前の電位の下降（液体 $L_3$ の第1端11側への流れ）によって液体 $L_3$ よりも第1端11側の気体は若干圧縮され、当該気体の圧力はピペット1の外部の圧力よりも若干高くなっている。これは、気体が第1端11から排出される際の抵抗に起因する。そして、この圧力の差が考慮されて、最初の電位の上昇量は若干大きくされている。

[0105] 図示の例の混合信号 S g A 5 では、電位の上昇及び下降の繰り返しの最後（時点 t 9 付近）において、電位が極大値 V a 5 から極小値 V a 6 へ降下した後、若干上昇して電位 V a 7 となっている。この電位の若干の上昇は、例えば、第 1 吸引信号 S g A 1 の説明で言及したように、液体 L 3 に作用している慣性力に抗するブレーキ力を液体 L 3 に作用させることに寄与する。これにより、例えば、混合の完了時の液体 L 3 の位置を混合の開始時（時点 t 8）の液体 L 3 の位置に近づけやすくなる。

[0106]（時点 t 9 ~ t 1 2 : 液体の保持等）

制御部 2 4 は、液体 L 3 の混合完了後、所定時間が経過したと判定すると（時点 t 1 0）、液体 L 3 の位置を保持する。この動作は、単に電位 V a 7 を維持するだけでもよい。ただし、図示の例では、アクチュエータ 4 0 の負担を軽減するための処理が行われている。具体的には、以下のとおりである。

[0107] この処理の説明においては、電位 V a 0 及び V b 0 のうち少なくとも電位 V a 0 は基準電位（別の観点では信号が出力されない状態）であるものとする。時点 t 1 0 ~ 時点 t 1 2 までの制御部 2 4 の動作は、具体的な電位の値及び変化率を除いては、時点 t 3 ~ t 5 と同様である。すなわち、バルブ 2 3 が開かれている状態で、アクチュエータ 4 0 に対する第 1 駆動信号 S g A の入力が停止される（時点 t 1 0 ~ t 1 1）。これにより、圧力室 2 1 の容積は復元力によって減少する。バルブ 2 3 が開かれていることから、キャピラリー 1 0 内の液体 L 3 よりも第 2 端 1 2 側の圧力は変化せず、液体 L 3 の位置は維持される。その後、バルブ 2 3 が閉じられ（時点 t 1 2）、液体 L 3 の移動は規制される。

[0108] その後、例えば、液体 L 3 は、キャピラリー 1 0 内（例えば第 2 部材 1 6 内）に保持された状態でキャピラリー 1 0 の側方から光が照射されてその性質が調べられる。例えば、蛍光測定、散乱測定、吸光測定及び／又は分光測定が行われる。測定に先立って、混合直後の位置から測定に適した位置へ液体を移動させても構わない。

## [0109] [液体の引上げ]

(移動信号)

図5は、図3のうちの一部（概ね時点 $t_6 \sim t_7$ の範囲）を縦軸と横軸との比を変えて示す図である。図5では、液体の引上げのための移動信号 $S_{gA4}$ の波形が示されている。図6(a)～図6(d)は、図5の横軸に示されるいずれかの時点におけるキャピラリー10の状態を示す模式図である。

[0110] 移動信号 $S_{gA4}$ は、例えば、時点 $t_6$ において出力される初期移動信号 $S_{gA41}$ と、その後出力される振動移動信号 $S_{gA42}$ とを含んでいる。

[0111] 初期移動信号 $S_{gA41}$ は、例えば、図4(b)に示す初期位置 $P_0$ から図6(a)に示す中途位置 $P_1$ まで液体を移動させることに寄与する。振動移動信号 $S_{gA42}$ は、例えば、中途位置 $P_1$ から図4(c)に示す完了位置 $P_2$ まで液体を移動させることに寄与する。なお、移動信号 $S_{gA4}$ は、初期移動信号 $S_{gA41}$ を有さず、振動移動信号 $S_{gA42}$ によって初期位置 $P_0$ から完了位置 $P_2$ まで液体を移動させるように構成されてもよい。

[0112] 中途位置 $P_1$ は、初期位置 $P_0$ よりも第2端12側、かつ完了位置 $P_2$ よりも第1端11側の任意の位置とされてよい。図示の例では、中途位置 $P_1$ は、液体 $L_3$ の全部が第1孔10a内に収まる位置とされている。換言すれば、中途位置 $P_1$ は、液体 $L_3$ の全部が第1孔10aと第2孔10bとの境界14（別の観点では段差10c）に達していないか、液体 $L_3$ の上面が段差10cに触れる程度の位置とされている。

[0113] (初期移動信号)

図示の例では、初期移動信号 $S_{gA41}$ は、例えば、比較的短い時間（パルス幅）で電位が上昇し、その後、電位が下降する波形を有している。すなわち、初期移動信号 $S_{gA41}$ は、パルス状（さらにはインパルス状）の波形を有している。ただし、パルス幅（電位の上昇が開始されてから電位の下降が完了するまでの期間 $T_1$ ）は、比較的短いといっても、アクチュエータ40が電位の変化に応じて変位可能な時間長さを有している。従って、アク

チュエータ40は、初期移動信号SgA41の電位の上昇及び下降に伴って、圧力室21の容積を増加及び減少させる。

[0114] 電位の上昇と下降とを含む初期移動信号SgA41は、第1吸引信号SgA1と同様の作用を奏する。すなわち、圧力室21の容積の増加によって、キャピラリー10内の液体L3よりも第2端12側が減圧され、液体L3は、初期位置P0から中途位置P1へ向かって流れる。その後の圧力室21の容積の減少によって、キャピラリー10内の液体L3よりも第2端12側が増圧され、液体L3に作用する第2端12側への慣性力に抗するブレーキ力が液体L3に作用する。ブレーキ力の作用によって、液体L3の停止位置の精度が向上する。

[0115] 第1吸引信号SgA1では、降下後の電位Va2は、上昇前の電位Va0よりも高い。一方、初期移動信号SgA41では、降下後の電位は、上昇前の電位Va0と同等とされている。初期移動信号SgA41は、第1吸引信号SgA1の電圧Va1よりも高い電圧Va11によって液体L3を移動させる。この液体L3を停止させるため、初期移動信号SgA41は、第1吸引信号SgA1とは異なり、電位がVa0まで降下するように設定されている。

[0116] 液体L3の移動量は、例えば、電位Va0とVa11との電位差、並びに期間T1の長さ等をパラメータとして調整することによって規定できる。期間T1は適宜に設定されてよく、また、既述のように比較的短くされてよい。期間T1の長さ等については、後に振動移動信号SgA42に関する時間長さとの比較で述べる。

[0117] キャピラリー10の構成等によっては、図示の例とは異なり、初期移動信号SgA41は、電位の上昇前の電位Va0まで電位が降下しない波形（第1吸引信号SgA1と同様の波形）を有していてもよい。この場合は、液体L3の移動量は、第1吸引信号SgA1による第1液体L1の吸引量と同様に、上昇時の電位差、降下時の電位差及び期間T1等の調整によって規定されてよい。また、ブレーキ力を作用させることは必須ではなく、初期移動信

号 S g A 4 1 は、単に移動量に応じた所定の電位まで電位を上昇させる波形を有するものであってもよい。

[0118] (振動移動信号)

制御部 2 4 は、液体 L 3 を中途位置 P 1 へ移動させた後、所定時間が経過したと判定すると (時点 t 2 1)、振動移動信号 S g A 4 2 の出力を開始する。振動移動信号 S g A 4 2 は、混合信号 S g A 5 と同様に、電位が上昇と下降とを繰り返す波形を有している。ひいては、圧力室 2 1 の容積は増減を繰り返す。これにより、液体 L 3 は、中途位置 P 1 側から完了位置 P 2 側への移動と、その反対側への移動とを繰り返しつつ、徐々に中途位置 P 1 から完了位置 P 2 まで移動する。

[0119] 図 6 (a) ~ 図 6 (d) は、液体 L 3 の振動しながらの移動の一部を模式的に示している。すなわち、液体 L 3 は、図 6 (a) に示す中途位置 P 1 から、図 6 (b) に示す位置 P 2 1 まで上昇する。この位置 P 2 1 は、完了位置 P 2 よりも中途位置 P 1 側の位置である。次に、液体 L 3 は、位置 P 2 1 から図 6 (c) に示す位置 P 2 2 まで移動する。位置 P 2 2 は、中途位置 P 1 よりも完了位置 P 2 側の位置である。次に、液体 L 3 は、位置 P 2 2 から図 6 (d) に示す位置 P 2 3 まで移動する。位置 P 2 3 は、1 つ前の上昇時の位置 P 2 1 よりも完了位置 P 2 側の位置である。特に図示しないが、次に、液体 L 3 は、位置 P 2 3 よりも中途位置 P 1 側であって、図 6 (b) の位置 P 2 1 (1 つ前の下降時の位置) よりも完了位置 P 2 側の位置まで移動する。このような振動を適宜な回数で繰り返しながら、液体 L 3 は、中途位置 P 1 から完了位置 P 2 まで移動する。

[0120] なお、図示の例とは異なり、液体 L 3 は、圧力室 2 1 の容積が増減することによって、中途位置 P 1 側から完了位置 P 2 側への移動と、当該移動の停止とを繰り返しながら、徐々に完了位置 P 2 まで移動してもよい。

[0121] 振動移動信号 S g A 4 2 における電位の上昇と下降との繰り返し (圧力室 2 1 の容積の増減の繰り返し) の回数は適宜に設定されてよい。なお、繰り返しであるから、例えば、圧力室 2 1 の容積の増加は 2 回以上とされ、かつ

圧力室 2 1 の容積の減少は 2 回以上とされてよい。振動移動信号 S g A 4 2 の波形は、図示の例のように曲線からなるもの（例えば s i n 波）であってもよいし、図示の例とは異なり、矩形波、三角波又は鋸波であってもよい。

[0122] 波形の振幅は、一定であってもよいし、変化してもよい。別の観点では、電位の複数の極大値 V a 1 2 は互いに同一であってもよいし、互いに異なってもよい。また、電位の複数の極小値 V a 1 3 は互いに同一であってもよいし、互いに異なってもよい。図示の例では、複数の極大値 V a 1 2 は互いに同一であり、かつ複数の極小値 V a 1 3 は互いに同一である。

[0123] 図示の例のように、複数の極大値 V a 1 2 が互いに同一であり、かつ複数の極小値 V a 1 3 が互いに同一の場合においては、一見、液体 L 3 は、同一の範囲で振動し、完了位置 P 2 へ向かって移動しないように思われる。また、混合信号 S g A 5 の説明では、そのように説明した。ただし、実際には、液体 L 3 は、振動移動信号 S g A 4 2 によって完了位置 P 2 へ向かって移動する。

[0124] その理由としては、例えば、第 1 孔 1 0 a の内面が、第 1 端 1 1 側ほど径が小さくなるテーパ面を有していることが挙げられる。この場合、液体 L 3 が第 1 端 1 1 へ向かって流れるときの流路抵抗は、液体 L 3 が第 2 端 1 2 へ向かって流れるときの流路抵抗よりも大きい。ひいては、液体 L 3 の第 1 端 1 1 側への移動量は、液体 L 3 の第 2 端 1 2 側への移動量よりも小さい。その結果、液体 L 3 は、振動を繰り返しながら、徐々に完了位置 P 2 まで移動する。

[0125] 上記の理由に代えて、又は加えて、例えば、第 2 孔 1 0 b が、第 1 孔 1 0 a に比較して、径が小さく、かつ親水性が高いことが挙げられる。この場合、例えば、液体 L 3 が第 2 孔 1 0 b に到達すると、第 1 孔 1 0 a から第 2 孔 1 0 b へ液体 L 3 を流れさせる毛管力が液体 L 3 に作用する。その結果、液体 L 3 は、振動を繰り返しながら、徐々に完了位置 P 2 まで移動する。

[0126] 上記のように液体 L 3 が第 1 孔 1 0 a から第 2 孔 1 0 b へ方向へ流れやすくなっている場合において、極小値 V a 1 3 が互いに同一の大きさである

と、電位が極小値  $V_{a13}$  となる度に、前回の極小値  $V_{a13}$  のときよりも液体  $L_3$  は完了位置  $P_2$  に近づく。換言すれば、繰り返される圧力室  $2_1$  の容積の減少のうち2回目以降の容積の減少のそれぞれが完了したときに、液体  $L_3$  は、1つ前の容積の減少が完了したときの液体  $L_3$  の位置よりも完了位置  $P_2$  側に位置する。極小値  $V_{a13}$  について述べたが、極大値  $V_{a12}$  についても同様のことが言える。すなわち、繰り返される圧力室  $2_1$  の容積の増加のうち2回目以降の容積の増加のそれぞれが完了したときに、液体  $L_3$  は、1つ前の容積の増加が完了したときの液体  $L_3$  の位置よりも完了位置  $P_2$  側に位置する。

[0127] ただし、例えば、液体  $L_3$  の振動しながらの移動の中には、圧力室  $2_1$  の容積の減少が完了したときの液体  $L_3$  の位置が1つ前の容積の減少が完了したときの液体  $L_3$  の位置と同じ位置又は当該位置よりも第1端  $1_1$  側に位置する特異な移動が含まれてもよい。このような特異な移動は、例えば、液体  $L_3$  の混合の促進に寄与する。また、液体  $L_3$  の完了位置  $P_2$  側への移動がある程度進行すると、第1孔  $10a$  から第2孔  $10b$  への流れやすさと、その逆方向への流れやすさは同等となる、これに起因して、電位の降下が完了したときの液体  $L_3$  の位置が1つ前の電位の降下が完了したときの液体  $L_3$  の位置と同じとなってもよい。

[0128] 振動移動信号  $S_{gA42}$  における最初の電位の変動は、例えば、電位の上昇であってもよいし（図示の例）、電位の下降であってもよい。前者の場合、例えば、後者に比較して、液体  $L_3$  を完了位置  $P_2$  まで移動させる時間を短くすることができる。また、振動移動信号  $S_{gA42}$  における最後の電位の変動は、電位の上昇であってもよいし、電位の下降であってもよい（図示の例）。後者の場合、例えば、電位の下降によってブレーキ力を液体  $L_3$  に作用させ、慣性力等によって液体  $L_3$  が完了位置  $P_2$  を超えてしまう蓋然性を下げることができる。

[0129] 振動移動信号  $S_{gA42}$  の電位の振幅は適宜に設定されてよい。図示の例では、振動移動信号  $S_{gA42}$  の振幅は、混合信号  $S_{gA5}$  の振幅よりも小

さくされている。従って、例えば、振動移動信号 S g A 4 2 によって液体が移動するときの速度は、混合信号 S g A 5 によって液体が移動するときの速度よりも抑えられやすくなっている。また、図示の例では、振動移動信号 S g A 4 2 の極小値 V a 1 3 から極大値 V a 1 2 までの上昇量（換言すれば振幅の 2 倍又は波高）は、初期移動信号 S g A 4 1 の電位の上昇量よりも小さくされている。

[0130] 振動移動信号 S g A 4 2 の極大値 V a 1 2 及び極小値 V a 1 3 それぞれも適宜に設定されてよい。図示の例では、極大値 V a 1 2 は、初期移動信号 S g A 4 1 の最大の電位 V a 1 1 よりも小さくされている。また、図示の例では、極大値 V a 1 2 は、混合信号 S g A 5 の極大値 V a 5 と同程度（例えば両者の差は、極大値 V a 1 2 と電位 V a 1 1 との差よりも小さい。）であり、前者が後者よりも若干大きい。また、極小値 V a 1 3 は、図示の例では、混合信号 S g A 5 の極小値 V a 6 よりも大きい。

[0131] 図示の例では、振動移動信号 S g A 4 2 の極小値 V a 1 3 は、振動移動信号 S g A 4 2 の電位の最初の上昇を開始したときの電位（図示の例では時点 t 2 1 における電位 V a 0。別の観点では、振動移動信号 S g A 4 2 の出力開始時の電位、及び／又は基準電位）よりも大きくされている。換言すれば、繰り返される圧力室 2 1 の容積の減少のそれぞれが完了したときの圧力室 2 1 の容積は、繰り返される圧力室 2 1 の容積の増加のうちの最初の増加を開始したときの圧力室 2 1 の容積よりも大きい。また、複数の極大値 V a 1 2 は、互いに同一であるから、別の観点では、繰り返される圧力室 2 1 の容積の増加のうち、2 回目以降の増加における容積の増加量は、最初の容積の増加量よりも小さい。これにより、例えば、後述するように、2 回目以降の増加において液体 L 3 の速度が高くなる蓋然性が低減される。

[0132] 図示の例の振動移動信号 S g A 4 2 では、電位の上昇及び下降の繰り返しの最後において、電位が極小値 V a 1 3 よりも低い電位 V a 1 4 まで降下している。これにより、例えば、液体 L 3 に作用している慣性力及び／又は毛管力に抗するブレーキ力を液体 L 3 に作用させることができる。ひいては、

液体L 3の停止位置の精度が向上する。

[0133] 振動移動信号S g A 4 2の電位の上昇及び下降の周期（例えば極小値V a 1 3から次の極小値V a 1 3までの期間T 2）の長さは適宜に設定されてよい。例えば、期間T 2は、混合信号S g A 5の周期（符号省略）と比較して、短くてもよいし、同等でもよいし、長くてもよい。ここでの同等は、例えば両者の差が短い方の20%以下又は10%以下の状態とされてよい。また、期間T 2は、例えば、0.1秒以上又は0.5秒以上とされてよく、また、10秒以下、5秒以下又は2秒以下とされてよく、前記の下限と上限とは適宜に組み合わせられてよい。

[0134] ここで、初期移動信号S g A 4 1の種々のパラメータの値について説明する。初期移動信号S g A 4 1の波形は、既述のように、パルス状又はインパルス状とされてよい。すなわち、初期移動信号S g A 4 1の波形は、電位が急激に変化するものであってよい。電位が急激に変化しているか否かは、例えば、振動移動信号S g A 4 2との比較によって特定されてよい。

[0135] 例えば、期間T 1は、振動移動信号S g A 4 2における期間T 2よりも短い。より詳細には、期間T 1は、期間T 2の1/2以下、1/5以下、1/10以下又は1/20以下とされてよい。また、期間T 1は、例えば、0.1秒以下とされてよい。

[0136] また、初期移動信号S g A 4 1の電位の上昇量（V a 1 1 - V a 0）は、例えば、振動移動信号S g A 4 2における電位の1回の上昇量（1回目のV a 1 2 - V a 0及び／又は2回目以降のV a 1 2 - V a 1 3）に比較して大きい。ただし、初期位置P 0と中途位置P 1との距離が比較的短い場合等においては、図示の例とは異なり、前者は、後者に対して同等以下とされてもよい。

[0137] また、初期移動信号S g A 4 1の電位の上昇量（V a 1 1 - V a 0）を期間T 1で割った値（（V a 1 1 - V a 0）/T 1）は、例えば、振動移動信号S g A 4 2における電位の1回の上昇量を期間T 2で割った値（（V a 1 2 - V a 1 3）/T 2）よりも大きい。後者は、V a 1 2 - V a 1 3を時点

t<sub>21</sub>から1つ目の極小値V<sub>a13</sub>までの期間で割ったものとされてもよい。別の観点では、初期移動信号S<sub>gA41</sub>による圧力室21の容積の増加量を初期移動信号S<sub>gA41</sub>による圧力室21の増加開始から減少完了までの期間T<sub>1</sub>で割った値は、振動移動信号S<sub>gA42</sub>による圧力室21の容積の1回の増加による増加量を当該1回の増加の開始から次の1回の減少の完了までの期間（例えば期間T<sub>2</sub>）で割った値よりも大きい。

[0138] 以上のとおり、本実施形態では、ピペット1は、キャピラリー10と、圧力室21と、駆動部50と、制御部24とを有している。キャピラリー10は、長さ方向の両端である第1端11及び第2端12が開口している。圧力室21は、第2端12を介してキャピラリー10の内部に通じている。駆動部50は、圧力室21の容積を変化させる。制御部24は駆動部50を制御する。ここで、制御部24は、液体L3がキャピラリー10内の第1位置（中途位置P1）から当該中途位置P1よりも第2端12側に位置する第2位置（完了位置P2）へ移動するように駆動部50を駆動させる第1移動信号（振動移動信号S<sub>gA42</sub>）を出力する。振動移動信号S<sub>gA42</sub>は、圧力室21の容積が増加と減少とを交互に繰り返すように駆動部50を駆動させる波形を有している。

[0139] 従って、例えば、液体L3を完了位置P2まで引き上げるときの液体L3の速度を低くすることが容易化される。具体的には、例えば、以下のとおりである。

[0140] 基本的には、圧力室21の容積の増加と、液体L3の完了位置P2への移動量とは相関している。従って、圧力室21の容積の増加の変化率を小さくすれば、液体L3の速度を低くすることができる。しかし、液体L3を第1孔10a側から第2孔10b側へ引き込む毛管力が液体L3に作用すると、圧力室21の容積の増加の変化率を小さくしても液体L3の速度を十分に低くできない場合がある。このような場合において、圧力室21の容積を減少させてブレーキ力を液体L3に作用させることによって、液体L3の速度を低くすることができる。例えば、毛管力によってのみ液体L3が流れるとき

の速度よりも液体L 3の速度を低くすることも可能である。

[0141] 上記では、毛管力によって液体L 3の速度が高くなる態様を例にとったが、そのような毛管力が生じない態様においても速度を低くすることが容易化される効果は奏される。例えば、圧力室2 1の容積の増加を開始してから、当該増加に応じて生じる負圧が液体L 3に作用するまでには時間遅れが存在する。本実施形態のように、圧力室2 1の容積の増加の前に圧力室2 1の容積の減少がなされていると、圧力室2 1は正圧とされているから、上記の時間遅れが長くなる。その結果、圧力室2 1の容積の増減を繰り返す場合には、継続的に圧力室2 1の容積を増加させる場合に比較して、圧力室2 1の容積の増加の変化率に対する液体L 3の速度を実質的に低くすることができる。

[0142] また、上記においては、液体L 3の速度を低くする効果に着目したが、当該効果に加えて、又は代えて、他の効果が期待されてもよい。例えば、実施形態のように、液体L 3が複数の液体（例えば第1液体L 1及び第2液体L 2）を含む場合においては、液体L 3の振動によって、第1液体L 1及び第2液体L 2の混合が進行する。従って、例えば、液体を混合しつつ、測定に適した位置まで液体を移動させることができる。

[0143] また、本実施形態では、振動移動信号S g A 4 2は、繰り返される圧力室2 1の容積の減少のうち最後の減少が完了したときに、液体L 3が、中途位置P 1よりも完了位置P 2側に位置するように駆動部5 0を駆動させる波形を有している。

[0144] この場合、例えば、圧力室2 1の容積の最後の減少が完了したときに液体L 3が初期の位置（中途位置P 1）よりも完了位置P 2へ移動しているから、液体L 3を振動させながら中途位置P 1から完了位置P 2へ移動させていることが明確である。換言すれば、このような波形であるか否かによって、振動移動信号S g A 4 2を混合信号S g A 5と明確に区別できる。

[0145] また、本実施形態では、振動移動信号S g A 4 2は、繰り返される圧力室2 1の容積の減少のうち2回目以降の減少のそれぞれが完了したときに、液

体L 3が、1つ前の減少が完了したときの液体L 3の位置よりも完了位置P 2側に位置するように駆動部5 0を駆動させる波形を有している。

[0146] この場合、例えば、圧力室2 1の容積の減少の度に液体L 3が完了位置P 2へ移動しており、液体L 3の特異的な移動は行われていないとすることができる。従って、特異的な移動によって液体L 3の速度が高くなる蓋然性が低減される。例えば、1回の容積の減少量（及び／又は増加量）が大きくなることによって液体L 3の速度が一時的に高くなる蓋然性が低減される。

[0147] また、本実施形態では、キャピラリー1 0の内面は、中途位置P 1から完了位置P 2までの範囲のうちの少なくとも一部に、中途位置P 1側ほどキャピラリー1 0の内径が小さくなるテーパ面（第1孔1 0 aの内面）を有している。

[0148] この場合、例えば、既に述べたように、液体L 3の中途位置P 1側への移動量は、液体L 3の完了位置P 2側への移動量よりも小さくなる。従って、例えば、複数の極小値V a 1 3を互いに同一にしても液体L 3を完了位置P 2側へ移動させることができる。従って、例えば、振動移動信号S g A 4 2の波形の設定が容易である。別の観点では、液体L 3の速度をテーパ面の設定によって規定することができる。

[0149] また、本実施形態では、振動移動信号S g A 4 2の波形が曲線によって構成されている。例えば、波形はs i n波である。

[0150] この場合、例えば、振動移動信号S g A 4 2の波形が、s i n波と振幅及び周期が同一の矩形波である態様（当該態様も本開示に含まれる。）に比較して、圧力室2 1の容積が極大値を維持する時間が短くなる。その結果、液体L 3の速度を低くすることが容易化される。

[0151] また、本実施形態では、振動移動信号S g A 4 2は、繰り返される圧力室2 1の容積の増加のうち、2回目以降の増加における容積の増加量（別の観点では極小値V a 1 3から極大値V a 1 2までの電位の上昇量）が最初の容積の増加量（時点t 2 1における電位V a 0から最初の極大値V a 1 2までの電位の上昇量）よりも小さくなるように駆動部5 0を駆動させる波形を有

している。

[0152] この場合、例えば、2回目以降の容積の増加において液体を引き上げる速度が高くなる蓋然性が低減される。具体的には、例えば、以下のとおりである。1回目の容積の増加開始時においては、液体L3よりも第1端11側の気体の圧力はピペット1の外部の圧力と同等とされている。一方、2回目以降の容積の増加開始時においては、その直前の容積の減少によって液体L3よりも第1端11側の気体が圧縮されている。これは、気体が第1端11から排出される際の抵抗に起因する。従って、2回目以降の容積の増加においては液体を引き上げる速度が高くなりやすい。そこで、2回目以降の容積の増加量を小さくすることによって、速度の上昇を抑えることができる。

[0153] また、本実施形態では、制御部24は、振動移動信号SgA42の前に、液体L3が中途位置P1よりも第1端11側の第3位置（初期位置P0）から中途位置P1へ移動するように駆動部50を駆動させる第2移動信号（初期移動信号SgA41）を出力する。初期移動信号SgA41は、圧力室21の容積を増加させてから減少させるように駆動部50を駆動させる波形を有している。初期移動信号SgA41による圧力室21の容積の増加量を初期移動信号SgA41による圧力室21の増加開始から減少完了までの期間T1で割った値（別の観点では $(V_{a11} - V_{a0}) / T1$ ）は、振動移動信号SgA42による圧力室21の容積の1回の増加による増加量を当該1回の増加の開始から次の1回の減少の完了までの期間T2で割った値（別の観点では $(V_{a12} - V_{a13}) / T2$ ）よりも大きい。

[0154] この場合、例えば、初期位置P0から中途位置P1まで（振動移動信号SgA42による液体L3の移動を開始する位置まで）は、初期移動信号SgA41によって速やかに液体L3を移動させることができる。その結果、中途位置P1から完了位置P2までは低速で液体L3を移動させつつも、初期位置P0から完了位置P2までの全体の移動にかかる時間を短くすることができる。また、初期移動信号SgA41は、圧力室21の容積の減少によってブレーキ力を液体L3に作用させることができる波形を有しているから、

初期移動信号 S g A 4 1 による速やかな移動によって、液体 L 3 が高速で中途位置 P 1 を超えてしまう蓋然性が低減される。

[0155] また、本実施形態では、キャピラリー 1 0 の内面は、中途位置 P 1 と完了位置 P 2 との間に段差 1 0 c を有している。

[0156] この場合、液体 L 3 は、振動移動信号 S g A 4 2 によって低速で移動し、段差 1 0 c を超えることになる。その結果、例えば、液体 L 3 が分離してしまう蓋然性が低減される。具体的には、以下のとおりである。

[0157] 図 7 ( a ) ~ 図 7 ( c ) は、液体 L 3 が分離する様子を説明する断面図であり、図 2 の一部に対応している。

[0158] 図 7 ( a ) は、液体 L 3 が第 1 孔 1 0 a から第 2 孔 1 0 b へ段差 1 0 c を超えて流れている状態を示している。このとき、液体 L 3 の速度が高いと、段差 1 0 c の手前で渦流 7 0 が発生しやすい。渦流 7 0 は、第 1 孔 1 0 a から第 2 孔 1 0 b への液体 L 3 の流入の妨げとなりやすい。その結果、図 7 ( b ) に示すように、段差 1 0 c の手前に液体 L 3 の一部が残った状態で、液体 L 3 の他部が段差 1 0 c から上方へ離れていく。その後、図 7 ( c ) に示すように、段差 1 0 c の手前に残っていた液体 L 3 の一部が第 2 孔 1 0 b に流れ込むと、液体 L 3 は、第 2 孔 1 0 b 内で分離した状態となる。このように液体 L 3 が分離すると、例えば、液体 L 3 内に気泡が存在していることになるから、液体 L 3 に光を照射して液体 L 3 の成分及び／又は性質を測定したときに、その精度が低下する。

[0159] 一方、本実施形態では、液体 L 3 は、振動移動信号 S g A 4 2 によって、比較的低速で段差 1 0 c を超える。従って、渦流 7 0 の大きさ及び／又は強さが低減される。ひいては、段差 1 0 c に液体 L 3 が残りにくくなる。その結果、液体 L 3 が分離する蓋然性が低減される。

[0160] 液体 L 3 が段差 1 0 c で分離しないようにするためには、段差 1 0 c を無くすことが考えられる。しかし、段差 1 0 c は、渦流 7 0 によって液体 L 3 を混合するという作用も奏する。従って、段差 1 0 c を無くすのではなく、液体 L 3 の速度を低減することによって、渦流 7 0 の大きさ及び／又は強さ

を調整し、液体L 3の混合の効果と、液体L 3の分離の蓋然性の低減の効果とを両立させることができる。

[0161] [第1変形例]

図8は、第1変形例に係る振動移動信号S g A 4 5を示す図であり、図5に対応している。

[0162] この図に示すように、振動移動信号S g A 4 5の電位の極小値は、振動移動信号S g A 4 5の電位が最初の上昇を開始したときの電位（図示の例では時点t 2 1における電位V a 0、別の観点では、振動移動信号S g A 4 5の出力開始時の電位、及び／又は基準電位）と同じ電位とされてもよい。換言すれば、繰り返される圧力室2 1の容積の減少のそれぞれが完了したときの圧力室2 1の容積は、繰り返される圧力室2 1の容積の増加のうちの最初の増加を開始したときの圧力室2 1の容積と同等とされてよい。また、複数の極大値V a 1 2は、互いに同一であるから、別の観点では、繰り返される圧力室2 1の容積の増加のうち、2回目以降の増加における容積の増加量は、最初の容積の増加量と同等とされてよい。

[0163] このような態様によっても、例えば、初期移動信号S g A 4 1のようなパルス波によって液体L 3を中途位置P 1から完了位置P 2まで移動させる場合に比較して、低速で液体L 3を移動させることができる。

[0164] 制御部2 4は、振動移動信号S g A 4 5を出力した後、自動的に混合信号S g A 5を出力するのではなく、ピペット本体2 0が有する操作部（例えばスイッチ群）に対するユーザの操作を待つてよい。そして、制御部2 4は、所定の操作に応じて、図8の線L n 1よりも右側（時間tが経過した側）に示す補充信号S g A 6を出力してもよい。また、制御部2 4は、所定の操作に応じて、補充信号S g A 6を出力せずに、又は補充信号S g A 6の出力完了後に、混合信号S g A 5を出力してよい。補充信号S g A 6は、振動移動信号S g A 4 5によって液体L 3が任意の位置（ここでは完了位置P 2）へ位置しなかったときに、液体L 3の位置を補正するための信号である。その波形は適宜に設定されてよい。補充信号S g A 6は、実施形態及び後述の変

形例に組み合わせられてもよい。

[0165] [第2変形例]

図9は、第2変形例に係る振動移動信号S g A 4 7を示す図であり、図5の一部に対応している。

[0166] この図に示すように、振動移動信号S g A 4 7の極大値V a 1 2及び極小値V a 1 3は、徐々に大きくなってよい。換言すれば、繰り返される圧力室2 1の容積の増加のそれぞれが完了したときの圧力室2 1の容積は、徐々に大きくなってよい。また、繰り返される圧力室2 1の容積の減少のそれぞれが完了したときの圧力室2 1の容積は、徐々に大きくなってよい。

[0167] 実施形態では、複数の極大値V a 1 2が互いに同一かつ複数の極小値V a 1 3が互いに同一であっても、液体L 3が第1端1 1側から第2端1 2側へ移動する理由を例示した。しかし、そのような理由が存在しなくても、振動移動信号S g A 4 7によって、低い速度で液体L 3を第1端1 1側から第2端1 2側へ移動させることができる。すなわち、本開示において、キャピラリー1 0は、テーパ面を有していなくてもよいし、第2端1 2側ほど毛管力が強い部分を有していなくてもよい。

[0168] 以上の実施形態において、中途位置P 1は第1位置の一例である。完了位置P 2は第2位置の一例である。振動移動信号S g A 4 2は第1移動信号の一例である。初期位置P 0は第3位置の一例である。初期移動信号S g A 4 1は第2移動信号の一例である。

[0169] 本開示に係る技術は、以上の実施形態及び変形例に限定されず、種々の態様で実施されてよい。

[0170] ピペットは、2液を混合することが可能なものに限定されない。例えば、ピペットは、1液を吸引して、当該1液を適宜な位置まで引き上げるものであってもよい。別の観点では、第1駆動信号S g Aは、第2吸引信号S g A 2を含んでいなくてもよい。逆に、ピペットは、3液以上を吸引可能なものであってもよい。

[0171] 第1駆動信号S g Aが初期移動信号S g A 4 1を含まなくてもよいことは

既に述べた。また、第1駆動信号S g Aは、混合信号S g A 5も含まなくてもよい。混合信号S g A 5を含まない第1駆動信号S g Aは、例えば、液体の攪拌が期待されていないピペットに適用されてよい。また、混合信号S g A 5を含まない第1駆動信号S g Aは、液体の攪拌が期待されているピペットに適用されてもよい。振動移動信号S g A 4 2が混合の作用を奏することが可能だからである。

[0172] ピペットは、バルブ23を有さないものであってよい。また、ピペットがバルブ23を有する場合において、その開閉のタイミングは実施形態と異なってもよい。

### 符号の説明

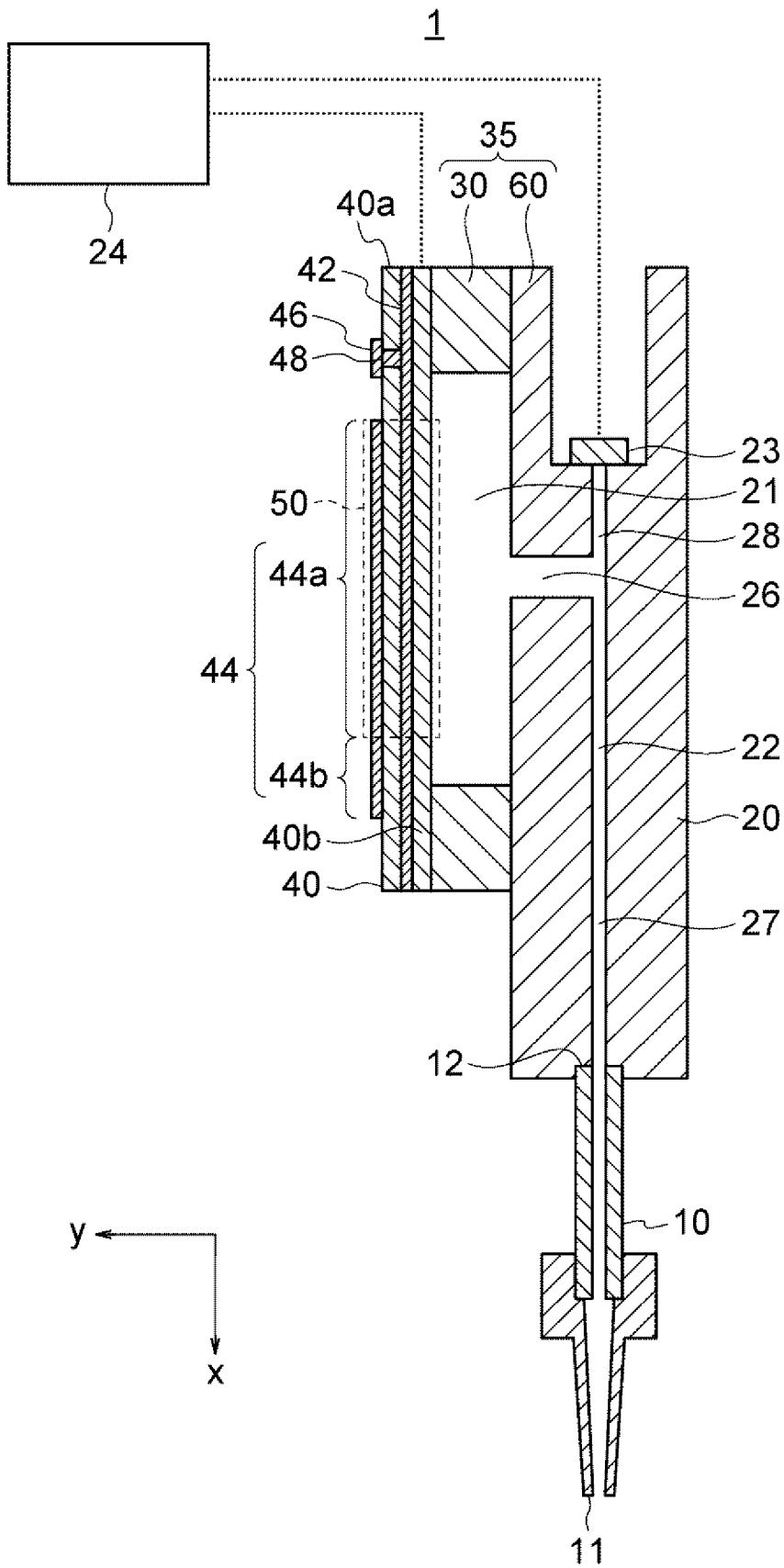
[0173] 1…ピペット、10…キャピラリー、11…第1端、12…第2端、21…圧力室、24…制御部、50…駆動部、P1…中途位置（第1位置）、P2…完了位置（第2位置）、S g A 4 2…振動移動信号（第1移動信号）

## 請求の範囲

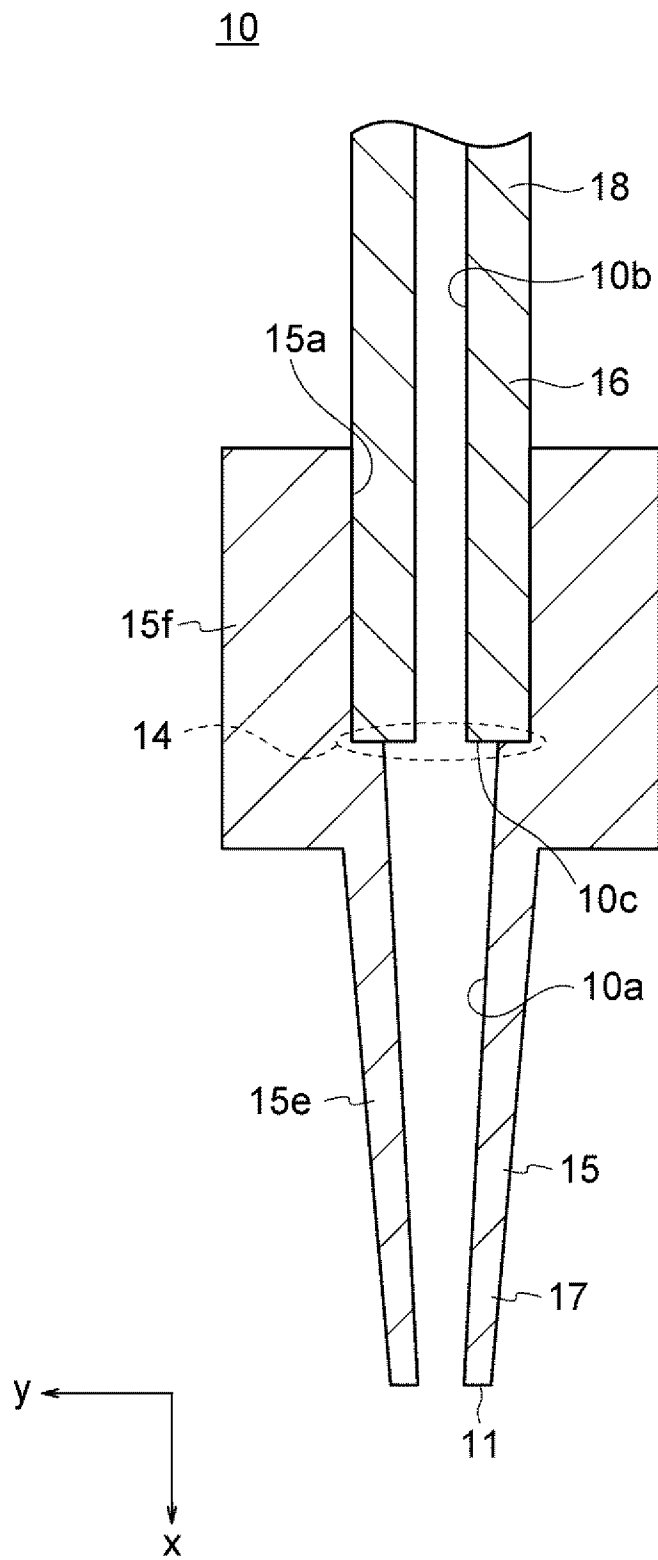
- [請求項1] 長さ方向の両端である第1端及び第2端が開口しているキャピラリーと、  
前記第2端を介して前記キャピラリーの内部に通じている圧力室と、  
前記圧力室の容積を変化させる駆動部と、  
前記駆動部を制御する制御部と、  
を有しており、  
前記制御部は、液体が前記キャピラリー内の所定の第1位置から当該第1位置よりも前記第2端側に位置する第2位置へ移動するように前記駆動部を駆動させる第1移動信号を出力し、  
前記第1移動信号は、前記圧力室の容積が増加と減少とを交互に繰り返すように前記駆動部を駆動させる波形を有している  
ピペット。
- [請求項2] 前記第1移動信号は、繰り返される前記圧力室の容積の減少のうち最後の減少が完了したときに、前記液体が、前記第1位置よりも前記第2位置側に位置するように前記駆動部を駆動させる波形を有している  
請求項1に記載のピペット。
- [請求項3] 前記第1移動信号は、繰り返される前記圧力室の容積の減少のうち2回目以降の減少のそれぞれが完了したときに、液体が、1つ前の減少が完了したときの前記液体の位置よりも前記第2位置側に位置するように前記駆動部を駆動させる波形を有している  
請求項2に記載のピペット。
- [請求項4] 前記キャピラリーの内面は、前記第1位置から前記第2位置までの範囲のうち少なくとも一部に、前記第1位置側ほど前記キャピラリーの内径が小さくなるテーパ面を有している  
請求項1～3のいずれか1項に記載のピペット。

- [請求項5] 前記第1移動信号の波形が曲線によって構成されている  
請求項1～4のいずれか1項に記載のピペット。
- [請求項6] 前記第1移動信号は、繰り返される前記圧力室の容積の増加のうち、2回目以降の増加それぞれにおける容積の増加量が最初の容積の増加における増加量よりも小さくなるように前記駆動部を駆動させる波形を有している  
請求項1～5のいずれか1項に記載のピペット。
- [請求項7] 前記制御部は、前記第1移動信号の前に、前記液体が前記第1位置よりも前記第1端側の第3位置から前記第1位置へ移動するように前記駆動部を駆動させる第2移動信号を出力し、  
前記第2移動信号は、前記圧力室の容積を増加させてから減少させるように前記駆動部を駆動させる波形を有しており、  
前記第2移動信号による前記圧力室の容積の増加量を前記第2移動信号による前記圧力室の容積の増加開始から減少完了までの期間で割った値が、前記第1移動信号による前記圧力室の容積の1回の増加による増加量を前記1回の増加の開始から次の1回の減少の完了までの期間で割った値よりも大きい  
請求項1～6のいずれか1項に記載のピペット。
- [請求項8] 前記キャピラリーの内面は、前記第1位置と前記第2位置との間に段差を有している  
請求項1～7のいずれか1項に記載のピペット。

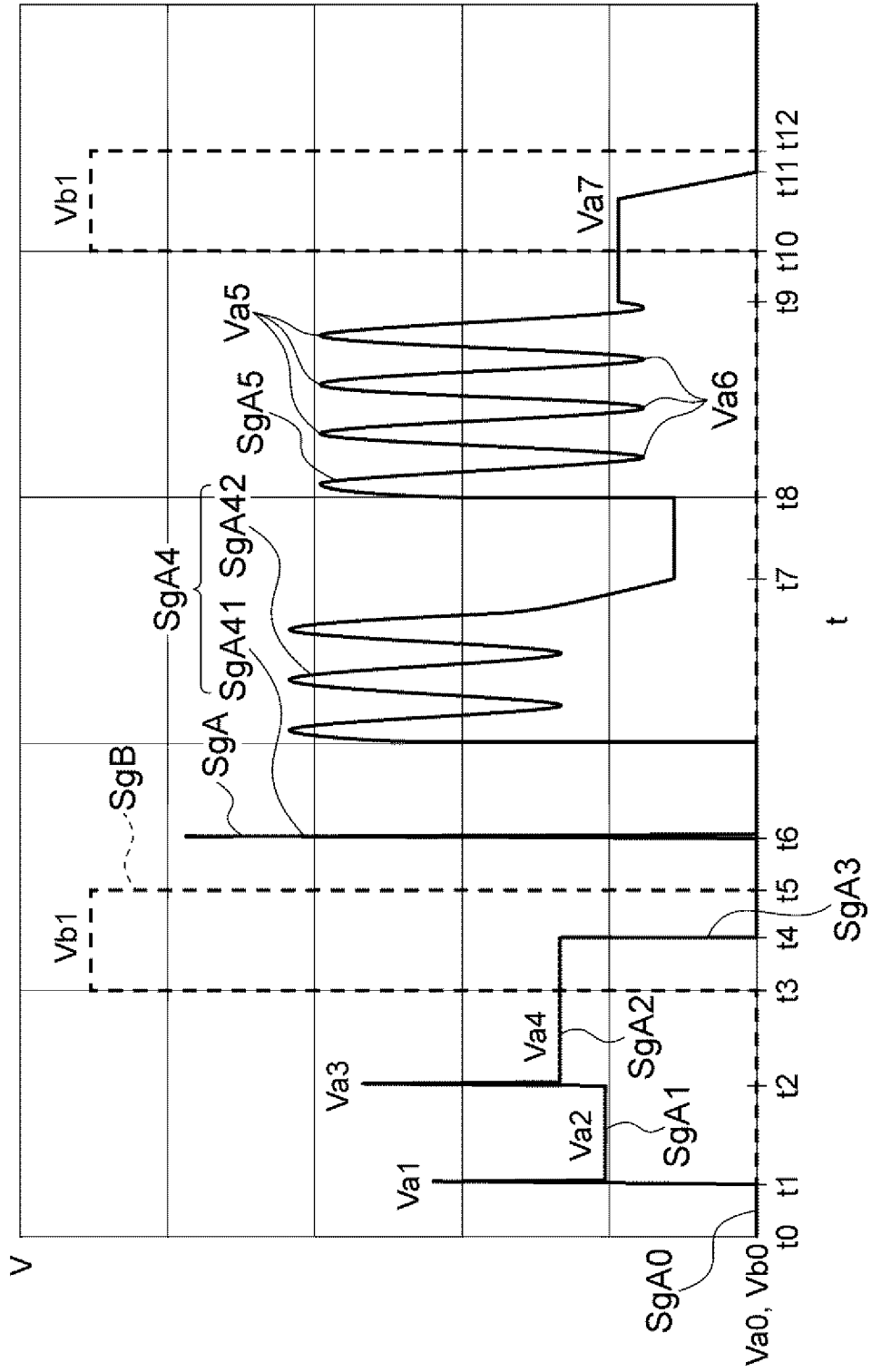
[図1]



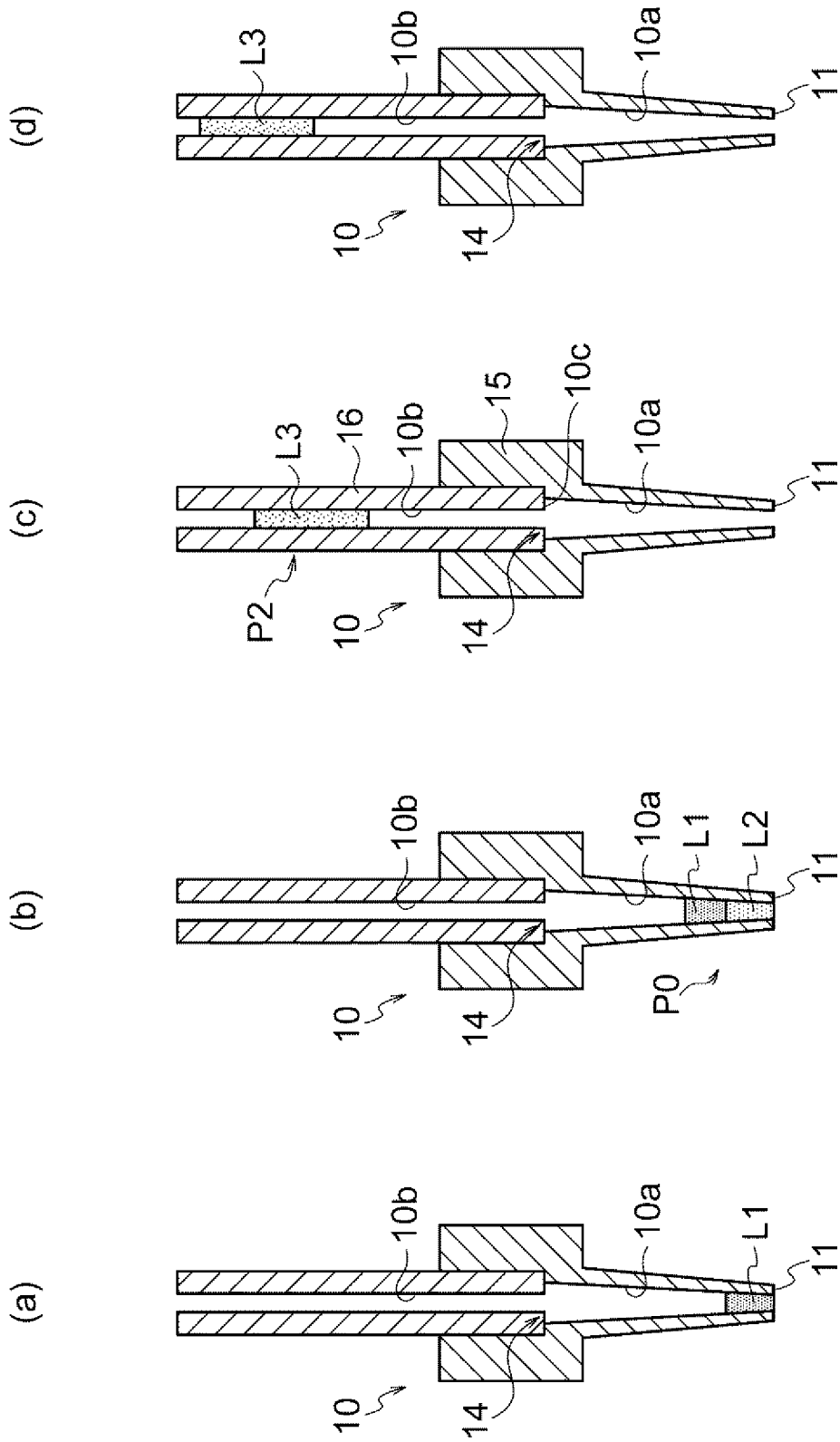
[図2]



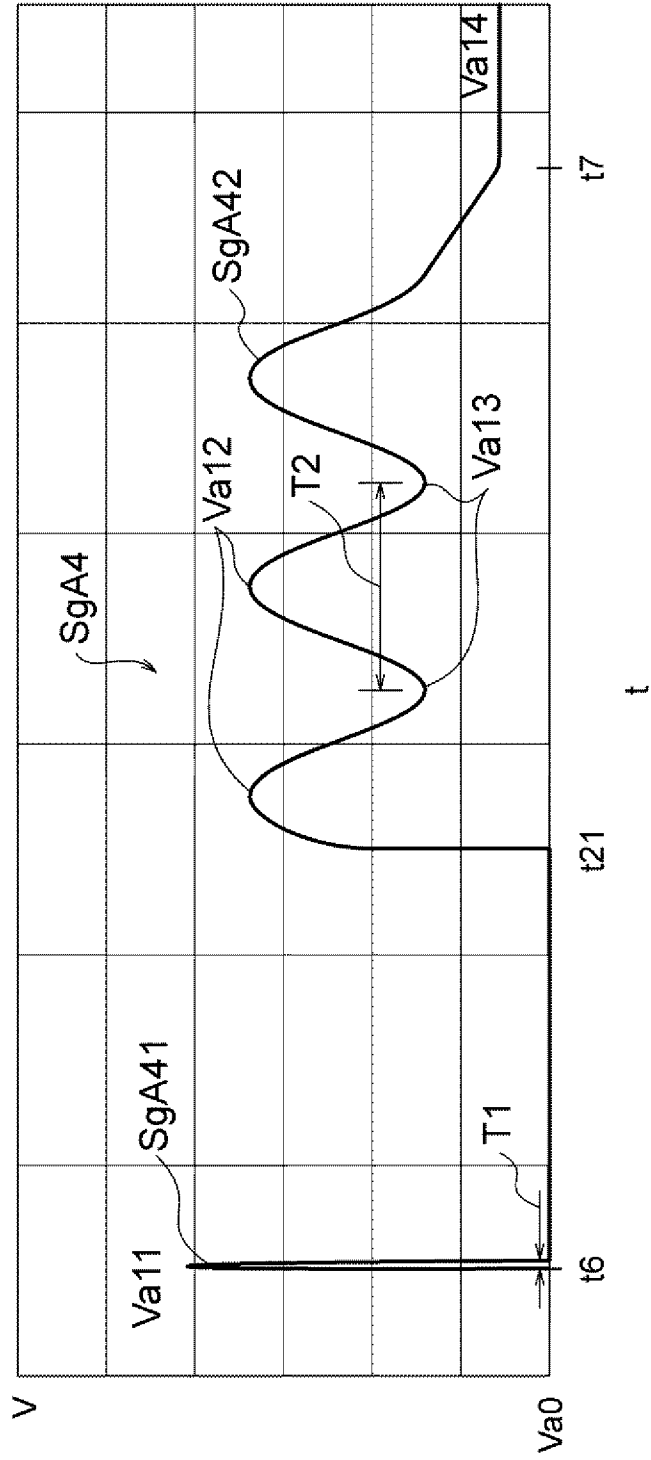
[図3]



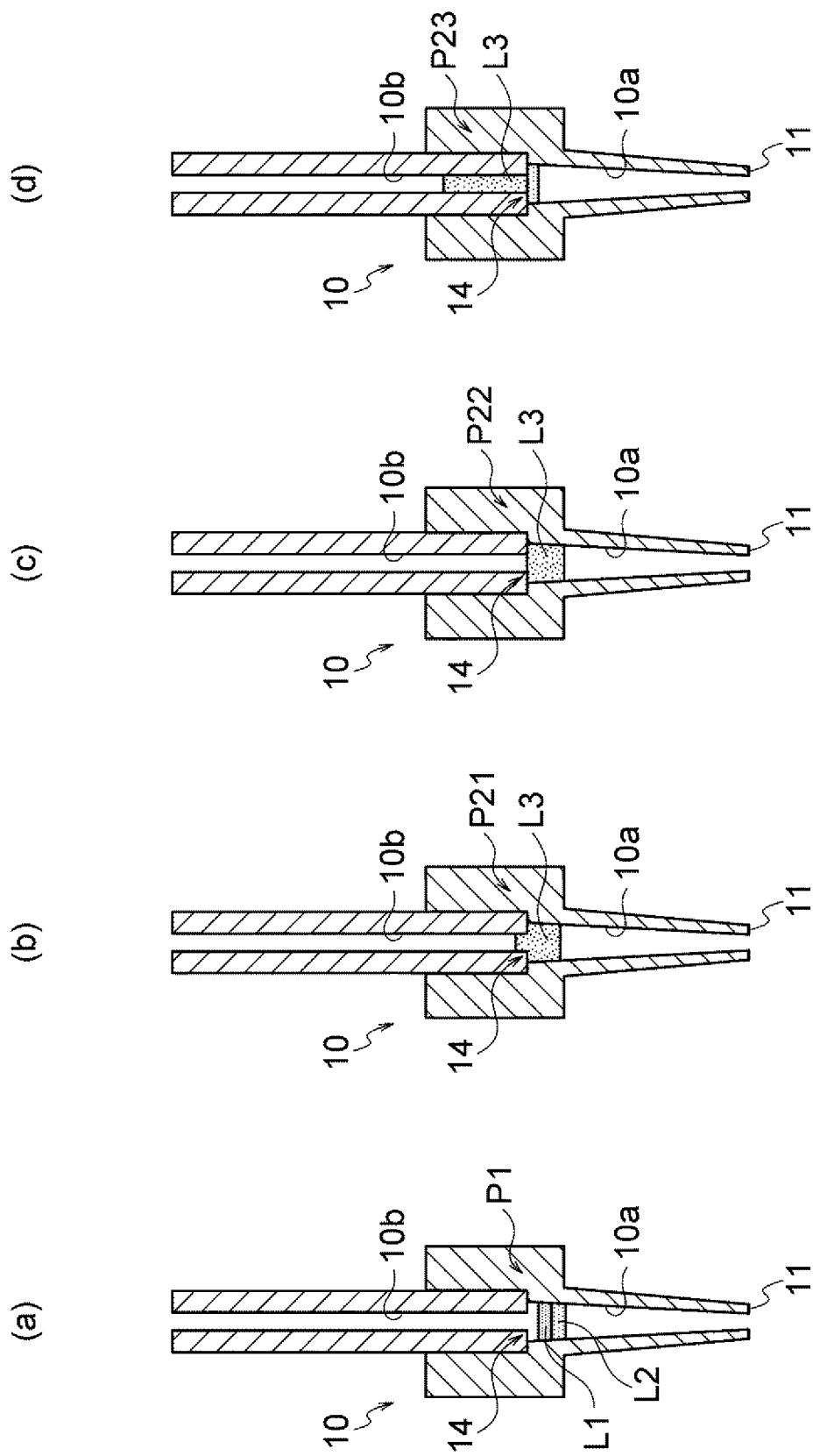
[図4]



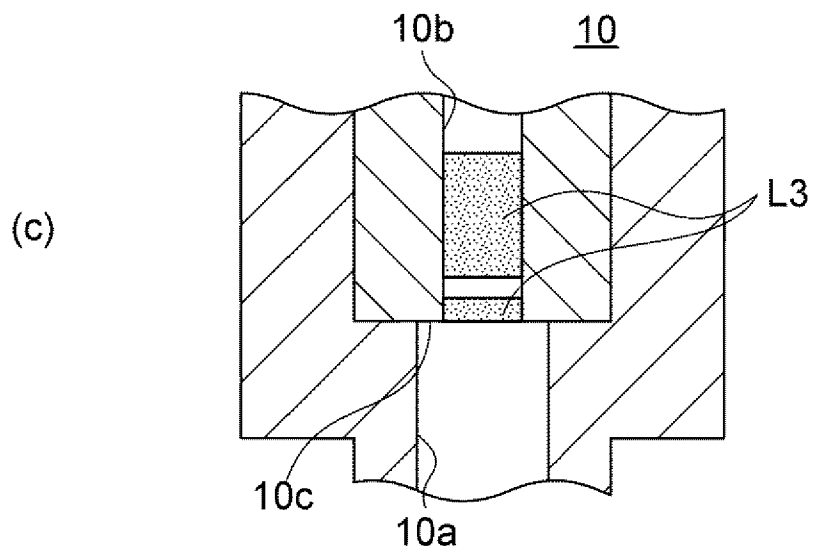
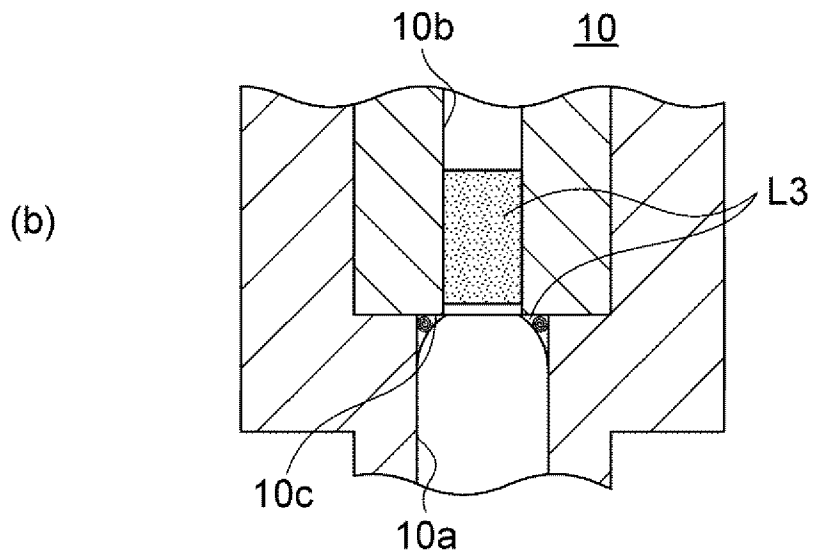
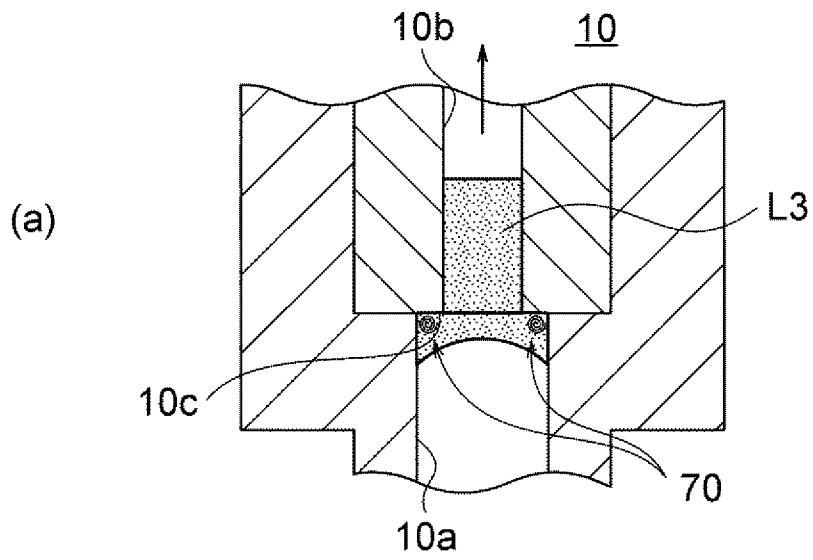
[図5]



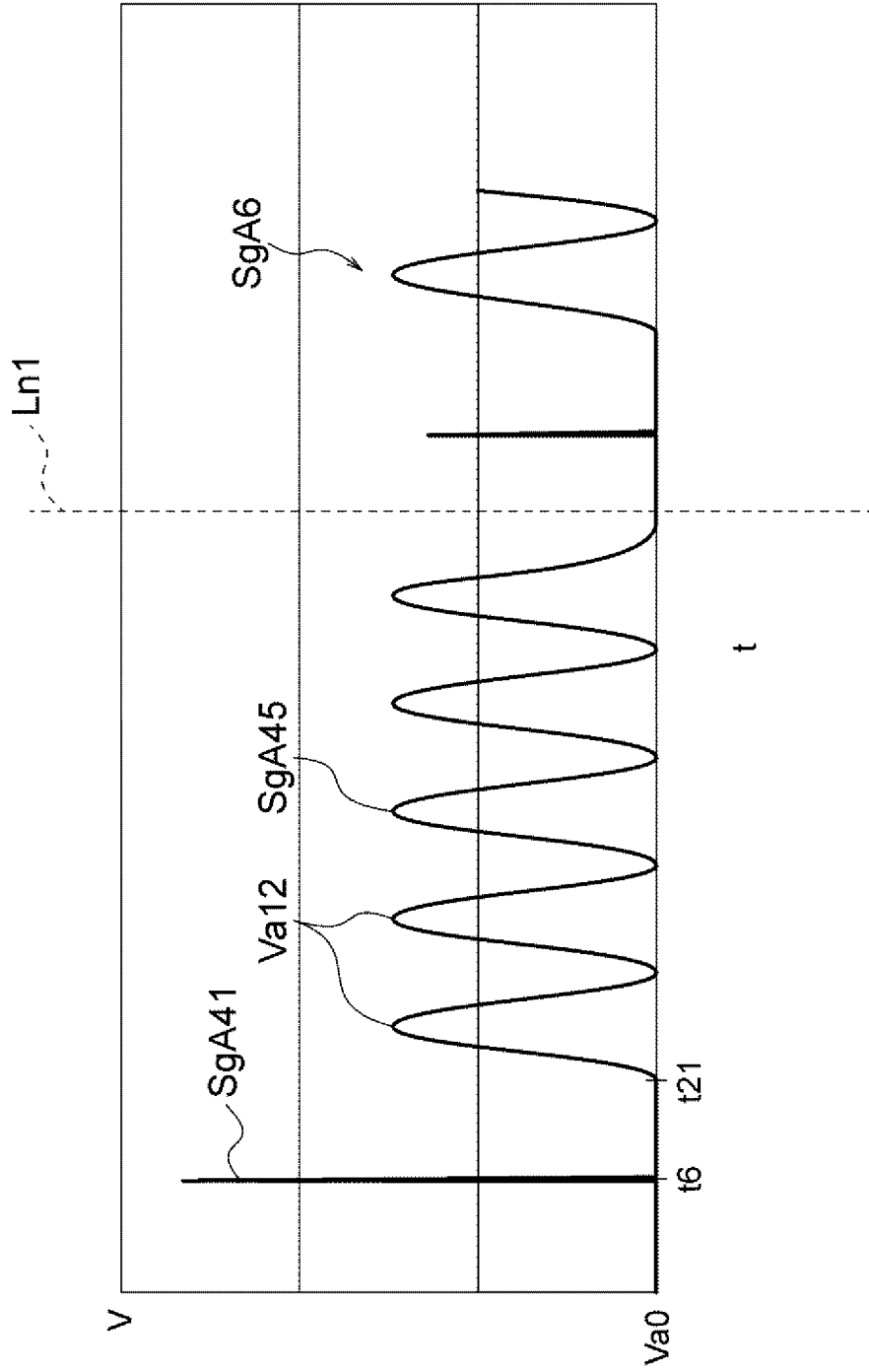
[図6]



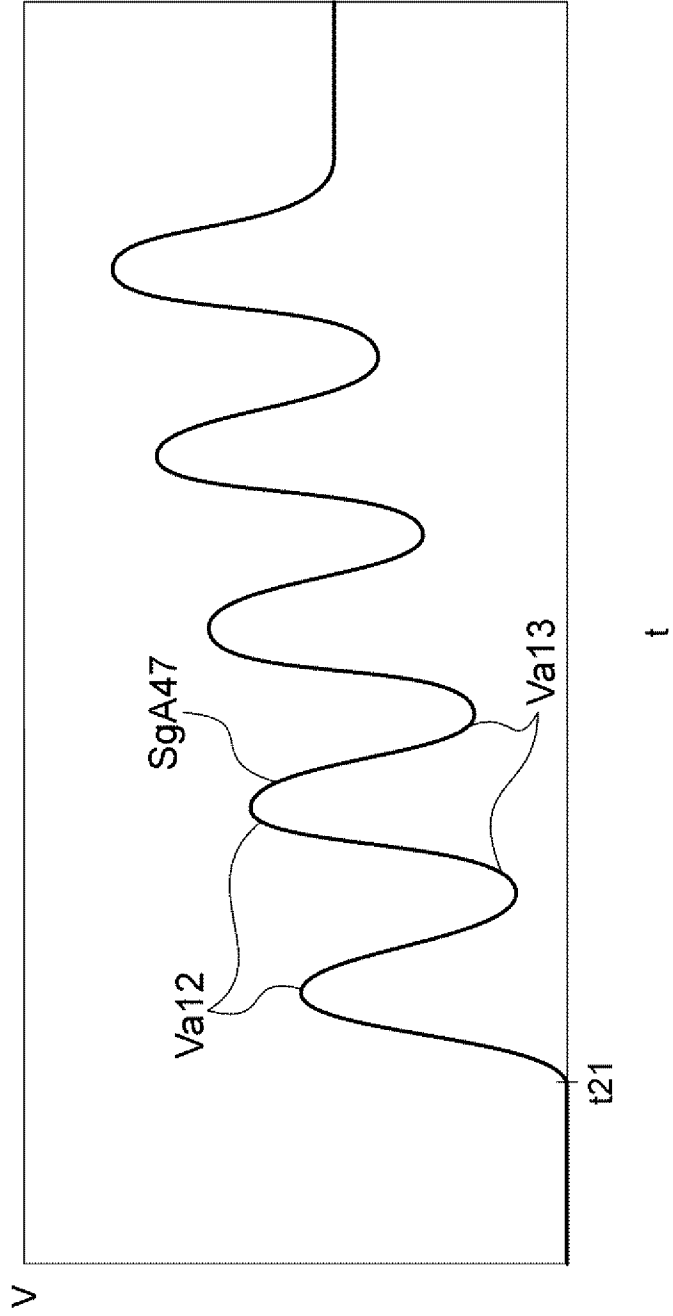
[図7]



[図8]



[図9]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2020/033054

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 B01L 3/02 (2006.01)i; G01N 35/08 (2006.01)i; G01N 35/10 (2006.01)i; G01N 1/00 (2006.01)i  
 FI: B01L3/02 Z; G01N35/08 A; G01N35/10 A; G01N1/00 101K  
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 B01L3/02; G01N35/08; G01N35/10; G01N1/00; F04B43/02; B01J4/02; C12M1/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 79058/1984 (Laid-open No. 189332/1985) (MISUZU ERIE CO., LTD.) 14 December 1985 (1985-12-14) claims, page 3, line 2 to page 7, line 1, fig. 1-3	1-5 8 6-7
X Y A	JP 2002-18800 A (EPPENDORF AG) 22 January 2002 (2002-01-22) claims, paragraphs [0008], [0011], [0018], [0019], [0032]-[0063], [0101]-[0116], fig. 1-4, 11-13, 16-21	1-6 8 7
Y	JP 5-184949 A (FUJI PHOTO FILM CO., LTD.) 27 July 1993 (1993-07-27) claims, paragraphs [0021]-[0024], fig. 1-9	8

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 09 October 2020 (09.10.2020)	Date of mailing of the international search report 27 October 2020 (27.10.2020)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/033054

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 59336/1992 (Laid-open No. 16852/1994) (SHIMADZU CORPORATION) 04 March 1994 (1994-03-04) claims, paragraphs [0006]-[0009], fig. 1-3	8
A	WO 2018/181023 A1 (KYOCERA CORP.) 04 October 2018 (2018-10-04)	1-8
P, X	WO 2020/050235 A1 (KYOCERA CORP.) 12 March 2020 (2020-03-12) in particular, paragraphs [0011]-[0019], [0065]-[0084], fig. 2	1-3, 5, 8
P, A	WO 2020/050234 A1 (KYOCERA CORP.) 12 March 2020 (2020-03-12)	1-8

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/JP2020/033054

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 60-189332 U1	14 Dec. 1985	(Family: none)	
JP 2002-18800 A	22 Jan. 2002	US 2002/0011276 A1 claims, fig. 1-4, 11-13, 16-21 EP 1150105 A2 DE 10022398 A1	
JP 5-184949 A	27 Jul. 1993	(Family: none)	
JP 6-16852 U1	04 Mar. 1994	(Family: none)	
WO 2018/181023 A1	04 Oct. 2018	(Family: none)	
WO 2020/050235 A1	12 Mar. 2020	JP 6630028 B1	
WO 2020/050234 A1	12 mar. 2020	(Family: none)	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>B01L 3/02(2006.01)i; G01N 35/08(2006.01)i; G01N 35/10(2006.01)i; G01N 1/00(2006.01)i</p> <p>FI: B01L3/02 Z; G01N35/08 A; G01N35/10 A; G01N1/00 101K</p>																																						
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>B01L3/02; G01N35/08; G01N35/10; G01N1/00; F04B43/02; B01J4/02; C12M1/26</p> <p>最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table> <p>国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）</p>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年																												
日本国実用新案公報	1922 - 1996年																																					
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年																																					
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年																																					
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年																																					
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>日本国実用新案登録出願59-79058号(日本国実用新案登録出願公開60-189332号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したCD-ROM (株式会社三鈴エリー) 14.12.1985 (1985-12-14) 実用新案登録請求の範囲、3頁2行-7頁1行、第1-3図</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>6-7</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>JP 2002-18800 A (エッペンドルフ アクチエンゲゼルシャフト) 22.01.2002 (2002-01-22) 特許請求の範囲、[0008]、[0011]、[0018]、[0019]、[0032] - [0063]、[0101] - [0116]、図1-4、11-13、16-21</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 5-184949 A (富士写真フィルム株式会社) 27.07.1993 (1993-07-27) 特許請求の範囲、[0021] - [0024]、図1-9</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p> <table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</td> <td>"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>"&amp;" 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	X	日本国実用新案登録出願59-79058号(日本国実用新案登録出願公開60-189332号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したCD-ROM (株式会社三鈴エリー) 14.12.1985 (1985-12-14) 実用新案登録請求の範囲、3頁2行-7頁1行、第1-3図	1-5	Y		8	A		6-7	X	JP 2002-18800 A (エッペンドルフ アクチエンゲゼルシャフト) 22.01.2002 (2002-01-22) 特許請求の範囲、[0008]、[0011]、[0018]、[0019]、[0032] - [0063]、[0101] - [0116]、図1-4、11-13、16-21	1-6	Y		8	A		7	Y	JP 5-184949 A (富士写真フィルム株式会社) 27.07.1993 (1993-07-27) 特許請求の範囲、[0021] - [0024]、図1-9	8	* 引用文献のカテゴリー	"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	"&" 同一パテントファミリー文献	"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号																																				
X	日本国実用新案登録出願59-79058号(日本国実用新案登録出願公開60-189332号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したCD-ROM (株式会社三鈴エリー) 14.12.1985 (1985-12-14) 実用新案登録請求の範囲、3頁2行-7頁1行、第1-3図	1-5																																				
Y		8																																				
A		6-7																																				
X	JP 2002-18800 A (エッペンドルフ アクチエンゲゼルシャフト) 22.01.2002 (2002-01-22) 特許請求の範囲、[0008]、[0011]、[0018]、[0019]、[0032] - [0063]、[0101] - [0116]、図1-4、11-13、16-21	1-6																																				
Y		8																																				
A		7																																				
Y	JP 5-184949 A (富士写真フィルム株式会社) 27.07.1993 (1993-07-27) 特許請求の範囲、[0021] - [0024]、図1-9	8																																				
* 引用文献のカテゴリー	"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの																																					
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの																																					
"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの																																					
"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	"&" 同一パテントファミリー文献																																					
"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献																																						
"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献																																						
<p>国際調査を完了した日</p> <p>09.10.2020</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>27.10.2020</p>																																					
<p>名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁 (ISA/JP)</p> <p>〒100-8915</p> <p>日本国</p> <p>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>小久保 勝伊 4Q 9831</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3468</p>																																					

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	日本国実用新案登録出願4-59336号(日本国実用新案登録出願公開6-16852号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したCD-ROM (株式会社島津製作所) 04.03.1994 (1994-03-04) 実用新案登録請求の範囲、 [0006] - [0009]、図1-3	8
A	WO 2018/181023 A1 (京セラ株式会社) 04.10.2018 (2018-10-04)	1-8
P, X	WO 2020/050235 A1 (京セラ株式会社) 12.03.2020 (2020-03-12) 特に [0011] - [0019]、 [0065] - [0084]、図2	1-3, 5, 8
P, A	WO 2020/050234 A1 (京セラ株式会社) 12.03.2020 (2020-03-12)	1-8

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/033054

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 60-189332 U1	14.12.1985	(ファミリーなし)	
JP 2002-18800 A	22.01.2002	US 2002/0011276 A1 クレーム、図1-4、11-13、16-21 EP 1150105 A2 DE 10022398 A1	
JP 5-184949 A	27.07.1993	(ファミリーなし)	
JP 6-16852 U1	04.03.1994	(ファミリーなし)	
WO 2018/181023 A1	04.10.2018	(ファミリーなし)	
WO 2020/050235 A1	12.03.2020	JP 6630028 B1	
WO 2020/050234 A1	12.03.2020	(ファミリーなし)	